Н. В. Корешков
Е. А. Царева

Географические культуры лиственницы

2021

Н. В. Корешков, Е. А. Царева

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ ЛИСТВЕННИЦЫ

Монография

Санкт-Петербург
Наукоемкие технологии
2021

УДК 582.475.2
ББК 43.4
К66

Рецензенты:

Карасева Маргарита Антиповна, д.с.-х.н., профессор кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии Поволжского государственного технологического университета ФГБОУ ВО «ПГТУ»;

Мельник Пётр Григорьевич, к.с.-х.н., доцент кафедры лесоводства, экологии и защиты леса Мытищинского филиала ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана (НИУ)».

К66 Корешков Н. В., Царева Е. А. Географические культуры лиственницы. Монография. – Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2021. – 414 с.

ISBN 978-5-6047314-8-2

Монография является результатом многолетних исследований роста уникальных географических культур лиственницы, заложенных в Раменском районе Московской области в 1954-1955 годах лесничим П.И. Дементьевым под научным руководством профессора В.П. Тимофеева. По результатам разностороннего изучения географических культур выявлены наиболее продуктивные и экологически устойчивые виды и экотипы лиственницы, приведены результаты роста культур лиственницы в смешении с местными хвойными и широколиственными породами, даны рекомендации относительно выбора перспективных экотипов в целях лесоразведения, густоты посадки лесных культур, почвенных условий произрастания и необходимых объёмов лесохозяйственных мероприятий. Приведенный материал является логическим продолжением и частью фундаментальных исследований, основанных профессором В.П. Тимофеевым. Работа выполнена под научным руководством профессора В.К. Хлюстова, доцента Ю.И. Гниненко, при участии студентов кафедры лесоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Предназначено для широкого круга читателей: студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников вузов лесохозяйственного профиля, специалистов лесной отрасли и лесопользователей.

УДК 582.475.2
ББК 43.4

ISBN 978-5-6047314-8-2

© Корешков Н.В., Царева Е.А., 2021
© Оформление. Издательство «Наукоемкие технологии», 2021

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 5
История интродукции и результаты роста культур лиственницы в европейской части России 9
История интродукции и результаты роста культур лиственницы в Московской области 17
Результаты роста географических культур лиственницы в европейской части России 44
Болезни и вредители лиственницы в европейской части России 70
Болезни лиственницы 70
Вредители лиственницы 78
Хвое- и листогрызущие вредители 80
Стволовые вредители 85
Вредители шишек и семян 86
Объект исследований 90
Характеристика видов и экотипов лиственницы 108
Продолжительность роста экотипов в течение периода вегетации 117
Изучение роста географических культур 129
Потомство плюсовых и рядовых деревьев 152
Результаты роста культур 1958-1963 годов закладки 154
Результаты роста культур лиственницы разной густоты 160
Болезни и вредители 164
Санитарное состояние древостоев 167
Оценка достоверности статистических показателей выборок диаметров деревьев экотипов лиственницы 167
Определение средней категории состояния деревьев по каждому виду и экотипу лиственницы 169
Обследование экотипов, направленное на определение доли ослабленных деревьев с ранним пожелтением хвои в кроне 182
Оценка повреждаемости деревьев стволовыми, хвоегрызущими вредителями и дереворазрушающими грибами 187
Результаты лабораторного анализа собранных образцов корней и хвои в целях определения возбудителей болезней 190
Дендрохронология ослабления и усыхания деревьев лиственницы 195
Вымокание географических культур лиственницы 197
Основные результаты и выводы 199
Почвенное обследование 202
Климатические условия роста 210
Дистанционное зондирование географических культур 214

Структура патологического отпада 218
Возрастная динамика чистых культур 224
Закономерности изреживания и экологическая устойчивость экотипов лиственницы 224
Возрастная динамика среднеквадратического диаметра 236
Возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений 247
Возрастная динамика средней высоты 253
Оценка роста культур лиственницы по средней высоте в соответствии со шкалой профессора М.М. Орлова 265
Возрастная динамика объёма ствола среднего дерева 270
Возрастная динамика запаса 276
Возрастная динамика среднего видового числа 288
Результаты и выводы 296
Рубки ухода в географических культурах 298
Сведения о проведённых рубках ухода 298
Возрастная динамика чистых географических культур под воздействием рубок ухода 305
Кластеризация экотипов лиственницы по темпам самоизреживания между приёмами рубок ухода 320
Площадь питания, рост, продуктивность и самоизреживание экотипов лиственницы 324
Оценка достоверности статистических показателей выборок диаметров деревьев по рядам 324
Сравнение среднего диаметра экотипов лиственницы по рядам 328
Сравнение числа деревьев экотипов лиственницы по рядам 331
Сравнение объема ствола среднего дерева экотипов лиственницы по рядам 334
Сравнение эмпирических распределений числа деревьев экотипов лиственницы для крайних и центральных рядов 337
Сравнение условий роста и определение площади питания деревьев в крайних и центральных рядах 342
Результаты роста лиственницы в смешении с сосной и елью 348
Устойчивость лиственницы в смешении с липой и клёном 359
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 367
Список литературы 370
Приложения 388

К 130-летию со дня рождения профессора
Владимира Петровича Тимофеева

ВВЕДЕНИЕ

Древесина, в отличие от нефти и газа, является возобновляемым природным ресурсом, количество и качество которого во многом определяются рациональностью его использования, степенью охраны, защиты, интенсивностью и успешностью воспроизводства. Перспективной древесной породой в лесохозяйственном и лесопромышленном отношении является лиственница, отличающаяся быстрым ростом, долговечностью, высокими техническими качествами древесины, почвозащитными и водорегулирующими свойствами, декоративностью, устойчивостью к загазованности, вредителям и болезням. По продолжительности роста в течение вегетационного периода лиственница в два раза превышает сосну и близка к лиственным породам. Древесина лиственницы характеризуется прочностью, способностью сохраняться в воде и почве, большой массой, твердостью и высокой сопротивляемостью напряжениям, устойчивостью к гниению. Вышеперечисленные качества лиственницы должны приниматься во внимание работниками лесной промышленности, лесного и лесопаркового хозяйства при принятии решений об использовании данной породы в производственных и озеленительных целях.

Внедрение лиственницы в лесокультурное производство на территории европейской части России позволит повысить продуктивность древостоев, сократить оборот рубки, получая при этом высококачественное сырье для производства пилопродукции, целлюлозы и бумаги, фанеры и других композиционных древесных материалов, повысить средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции защитных лесов.

Производственное внедрение лиственницы должно основываться на результатах многолетних научных исследований роста различных видов и экотипов. Наибольший вклад в данном направлении внесен заслуженным деятелем науки РСФСР, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Тимирязевской сельскохозяйственной академии Владимиром Петровичем Тимофеевым.

Круг научных интересов В.П. Тимофеева всегда был связан с решением производственных лесоводственных задач, однако наибольшее внимание Владимир Петрович уделял лиственнице. С 1938 года он изучал и пропагандировал широкое внедрение этой породы в культуры европейской части России. В 1946 году он успешно защитил докторскую диссертацию, посвященную выращиванию лиственницы, по аналогичной тематике опубликовал свыше 60 научных работ, на Лесной опытной даче МСХА изучал рост и продолжительность вегетации более 10 видов и форм лиственницы, заложил серию лесных культур и 22 постоянные пробные площади. В.П. Тимофеев подвел итоги экспериментальных работ на Лесной опытной даче за 100 лет (1862–1962), изучал рост эталонных насаждений лиственницы в России и за рубежом, принимал участие в закладке серии географических культур в Московской области и других регионах. За исследования по биологии лиственницы и приемам ее выращивания в 1949 году был удостоен Сталинской премии. Благодаря усилиям Владимира Петровича, в период с 1967 по 1970 год в лесном фонде страны лиственница была высажена на 204 тыс. га, в 1971-1991 годах – на 285 тыс. га, в том числе в Московской области – 30 и 2,5 тыс. га соответственно.

Большой вклад во внедрение лиственницы в лесные насаждения Московской области внесен лесничим Бронницкого лесничества Виноградовского лесхоза Павлом Ивановичем Дементьевым. В должности лесничего проработал 32 года, с 1934 по 1966 год. Главной целью считал сохранение лесов и лесоразведение. П.И. Дементьев был соратником профессора В.П. Тимофеева и поддерживал широкие связи с наукой. В лесничестве ежегодно проводил

посадку леса на 34 га, вместо 30 га планировавшихся под реконструкцию лесов. Особо ценной породой считал лиственницу. С 1943 года П.И. Дементьев внедрял в производство систему лесоводственных мероприятий, направленных на создание лесов будущего. В качестве классического образца лесов будущего им были созданы плантационные культуры из местных лесообразующих пород в смешении с лиственницей. Лесничий обстоятельно развивал лесосеменное дело, создавая семенные участки лиственницы, сосны обыкновенной, псевдотсуги Мензиса, ели колючей. В публикациях заострял вопрос о наследственных качествах плюсовых деревьев.

П.И. Дементьевым под научным руководством профессора В.П. Тимофеева в 74 и 75 кварталах Бронницкого лесничества Виноградовского лесхоза Московской области в 1954-1963 годах созданы уникальные географические культуры лиственницы, заложенные на площади 48,2 га и представленные 12 видами и 53 экотипами лиственницы. Каждый экотип являлся представителем отдельного географического района произрастания насаждений лиственницы. Лесоводственное значение географических культур П.И. Дементьева отмечено приказом министра лесного хозяйства РСФСР, № 467 от 14 октября 1967 года, в котором указывается: «Обеспечить в 1967-1968 годах закладку географических культур лиственницы в каждом специализированном лесосеменном лесхозе, широко используя опыт создания таких культур в Бронницком лесничестве Московской области». По своему значению созданные географические культуры не имеют аналогов ни в России, ни за рубежом, являются уникальным объектом научного наследия и ценного производственного опыта.

Профессор В.П. Тимофеев, при закладке опытных культур в Бронницком лесничестве, предложил принимать во внимание ряд показателей: видовой состав породы и происхождение семян отдельных экотипов, устойчивость, форма ствола и крон деревьев, запас деловых стволов. Учитывались экология и физиология акклиматизируемого поколения, включая наблюдения

за фенологией пожелтения хвои, влияние ранних и поздних заморозков и устойчивость к заболеваниям.

На основе вышесказанного изучалась приживаемость культур, борьба интродуцентов за существование, в том числе с местными лесообразующими породами, способность давать естественное возобновление. Исследователей интересовало проявление гетерозиса роста у гибридов лиственницы, отслеживалась зависимость роста и устойчивость культур, связанная с местом происхождения экотипов по широте, долготе и высоте над уровнем моря, в целях создания постоянной лесосеменной базы, районирования территории при перенесении семян и сеянцев, подбора типов культур и планирования искусственного лесовосстановления.

В процессе работы с лиственницей, П.И. Дементьев выяснял, какие виды и формы лиственницы определенного географического происхождения в условиях Московской области являются наилучшими по устойчивости к поздним весенним и ранним осенним заморозкам, к болезням и вредителям, по таксационным показателям роста, форме ствола и качеству древесины. Учитывалась также необходимость изучения взаимного влияния лиственницы и местных лесообразующих пород.

На основе исследований профессора В.П. Тимофеева, опытов лесничего П.И. Дементьева и представленных в данной монографии результатов роста культур лиственницы в зоне хвойно-широколиственных лесов европейской части Росси предоставляется возможность дать научно-обоснованные рекомендации по выбору перспективных, высокопродуктивных и устойчивых экотипов лиственницы для широкого применения в лесохозяйственных, лесопромышленных и озеленительных целях.

ИСТОРИЯ ИНТРОДУКЦИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ РОСТА КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

За двухвековую историю создания лесных культур лиственницы лесоводами накоплены значительные сведения по выращиванию высокопродуктивных древостоев. Наиболее важное хозяйственное значение имеют лиственница сибирская, европейская и Сукачёва. В лесной зоне европейской части России перечисленные виды признаны ценными и быстрорастущими [148; 149].

На выращивание лиственничных древостоев наибольшее влияние оказали труды российских лесоводов: В.Т. Собичевского (1865-1883 гг.), М.К. Турского (1881-1899 гг.), Н.С. Нестерова (1900-1926 гг.), А.П. Тольского (1938 г.), В.Н. Сукачёва (1925-1934 гг.), А.С. Яблокова (1934 г.), В.П. Тимофеева (1938-1977 гг.) [100; 134; 138; 144-149; 156; 160; 166-168; 186].

Многолетние исследования роста культур лиственницы различного географического происхождения проводились профессором В.П. Тимофеевым. До создания географических культур лиственницы в Бронницком лесничестве профессор В.П. Тимофеев исследовал рост культур лиственницы сибирской, Сукачёва и европейской в Поречье Уваровского района Московской области, Лесной опытной даче Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева (МСХА), Рощинском лесничестве Ленинградской области, Новодугине Смоленской области, Плесковской даче Краснопахорского лесхоза и Натальинском лесничестве Виноградовского лесхоза Московской области, а также в Тверской, Владимирской, Тульской, Орловской, Воронежской областях, в Эстонии, Латвии, Литве и в Украине [144; 148; 149; 160].

По сообщениям профессора В.П. Тимофеева 1934-1956 годов, первые культуры лиственницы европейской заложены в Англии и Германии в первой половине XVII века, во второй половине – в Дании, Швейцарии, Швеции и Норвегии. В начале XIX века лиственницу европейскую начали выращивать в России, Эстонии, Литве и в Украине. В России первые культуры лиственницы европейской заложены в Поречье Московской области (Можайский гор.

округ), с 1875 года культуры лиственницы создавались на Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в Москве. В 70-90-х годах прошлого столетия посадки лиственницы европейской были проведены в ряде центральных, западных и юго-западных областей европейской части России [148; 149].

Лиственницы Сукачёва и сибирскую начали выращивать в XVIII веке [149]. Первыми культурами лиственницы Сукачёва в России является широко известная Линдуловская роща под Санкт-Петербургом, заложенная в 1738 году форстмейстером Ф. Фокелем на средне-дерновых слабоподзолистых легких суглинках по берегам реки Линдуловки в Рощинском лесничестве Ленинградской области. Культуры заложены посевом семян лиственницы из Архангельской области и пересадкой в 1743 году саженцев с размещением в рядах и между ними 4,3 м с общим количеством деревьев 552 шт./га. Первоначальная площадь культур составляла 4,79 га. Дальнейшие посадки лиственницы и других пород проводились Ф. Фокелем и его последователями в несколько этапов с 1770 года по 1773 год, с 1805 года по 1822 год, с 1927 года по 1940 год, последний этап создания культур – с 1940 года по настоящее время. Общая площадь культур составляет более 60 га, включая 56 га культур лиственницы [119-121].

Первое описание Линдуловской рощи было проведено в 1799 и 1806 годах оберфорстмейстерами Выборгской губернии, в последующие годы обследованием лиственничных культур занимались лесничий Нольде, В. Грешнер, Н.С. Шафранов, профессор В.Т. Собичевский и Ф. Кеппен [28; 58; 134; 180]. В 1903 году профессором Д.И. Товстолесом проведено первое детальное лесоводственное описание лиственничных насаждений Линдуловской рощи с закладкой семи постоянных пробных площадей. В рамках обследования выполнено морфологическое описание почв, приведена таксационная характеристика 160-летних древостоев и составлены таблицы хода роста [121; 165]. В 1921 году лиственничные насаждения Линдуловской рощи были описаны Научно-исследовательским институтом лесного хозяйства Финляндии [121].

Наибольшей продуктивности культуры 1738 года достигли в 186-летнем возрасте. Запас древесины лиственницы, находящейся в первом ярусе, составлял 1712 м^3/га при среднем диаметре 44,8 см и средней высоте 40 м., второй ярус представлен елью естественного происхождения с запасом 217 м^3/га. Культуры 1743 года достигли наибольшей продуктивности в 183-летнем возрасте. Запас лиственницы в первом ярусе составлял 990 м^3/га при среднем диаметре 42,6 см и средней высоте 38,5 м. Второй ярус представлен елью естественного происхождения с запасом 66 м^3/га. Более поздние культуры имели меньшую продуктивность и кульминацию запаса в более раннем возрасте. Различия в продуктивности насаждений обусловлены особенностями рельефа и почвенно-гидрологических условий. Основной причиной постепенного снижения запаса лесных культур являются периодически повторяющиеся ветровалы и буреломы лиственницы [120; 121].

В 1954 году культуры лиственницы обследованы профессором В.П. Тимофеевым. Согласно его данным, в возрасте 216 лет древостои имели среднюю высоту 38,5 м и средний диаметр 48,4 см. Число деревьев равнялось 443 шт./га, что составляло 80,5 % от числа посаженных в 1738 году. Запас древесины лиственницы был равен 1530 м^3/га, ель во втором ярусе имела запас на 70 м^3/га. Общая продуктивность древостоев составляла 1600 м^3/га. Почва среднедерновая, легкосуглинистая, слабоподзолистая на желтом песке. На основе проведенных наблюдений профессор В.П. Тимофеев пришел к выводу, что интродуцированная лиственница Сукачёва имеет белее продолжительный и интенсивный рост в сравнении с местными хвойными породами [144; 160].

В 1971-1981 годах сотрудниками Ленинградского лесоустроительного предприятия и кафедры лесных культур Лесотехнической академии проведена подробная таксация насаждений Линдуловской рощи с подерёвным перечётом древостоев лиственницы на всех участках. Наибольшей устойчивостью и высокой продуктивностью отличались культуры 1738 года. В результате многочисленных исследований учеными было доказано, что одной из основных при-

чин высокой продуктивности лиственничных древостоев являются удачно подобранные условия местопроизрастания. При этом наиболее хорошо развитые деревья лиственницы находятся по краям участков и на крутых склонах оврагов. В 1990 году Линдуловская роща включена в список всемирного наследия ЮНЕСКО. Лиственничные насаждения Линдуловской рощи является ценным опытом для науки и производства [119-121].

Опыт выращивания лиственничных насаждений в европейской части России подробно изложен в работах профессора В.П. Тимофеева (1938-1977 годы), в которых даются многочисленные примеры высокой продуктивности лиственничных насаждений в различных условиях произрастания. Профессор В.П. Тимофеев в 1965 году указывал: «Более, чем 200-летний опыт культуры леса, а также многочисленные научные исследования показывают, что в зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов и лесостепи европейской части России наиболее продуктивным лесообразователем является лиственница, которая естественно в этих географических условиях не произрастает, но, будучи интродуцирована, очень хорошо растет, образуя скороспелые древостои с высокими запасами. Насаждения лиственницы в 60-70 лет достигают такого же среднего диаметра и запаса, какие наши основные лесообразователи – сосна, ель, береза и дуб имеют только в 90-100 лет, при высоких качествах стволов и древесины. Древостои лиственницы долговечны, устойчивы к климатическим и биотическим повреждениям и болезням, обладают высокими ветро-почвозащитными и водоохранными свойствами» [156].

Высокопродуктивные культуры лиственницы европейской и сибирской произрастают в Новодугинском лесничестве Смоленской области (дача Загон). По данным Р.Г. Моисеева, культуры лиственницы европейской в смешении с елью, произрастающие на крупно-пылеватом мощно-дерновом среднеподзолистом покровном суглинке, в 57-летнием возрасте имели на 1 га 554 ствола лиственницы со средним диаметром 34,1 см, средней высотой 30 м и запасом 702 м^3, ель образовала второй ярус с запасом 121 м^3/га, общая продуктивность древостоя составляла 823 м^3/га. На соседнем участке 57-летние

культуры лиственницы европейской в смешении с елью имели запас лиственницы 651 м^3/га при среднем диаметре 36,6 см и средней высоте 30,2 м. Ель также находилась во втором ярусе с запасом 100 м^3/га, общая продуктивность составляла 751 м^3/га [90]. По данным А.С. Яблокова, 33-летние культуры лиственницы европейской в смешении с елью имели запас лиственницы 259 м^3/га, со средним диаметром 22,9 см и средней высотой 21 м [186]. В описанных случаях изначальное количество посаженных деревьев ели в несколько раз превышало число деревьев лиственницы, в процессе роста лиственница вышла в первый ярус, сформировав высокопродуктивные древостои. По данным Б.В. Гроздова, 48-летние культуры лиственницы европейской в смешении с елью имели общую продуктивность 445 м^3/га. При этом лиственница имела среднюю высоту 23 м, средний диаметр 25 см и запас 335 м^3/га. Стволы лиственницы полнодревесны, но количество особо искривленных стволов составляло более 10 % [30; 32; 160].

Чистые культуры лиственницы сибирской на оподзоленных суглинках в 89-летнем возрасте, по данным А.С. Яблокова, имели запас 545 м^3/га при среднем диаметре 40 см и средней высоте 33 м [186]. Чистые культуры лиственницы сибирской на мощно-дерновых суглинках по данным Б.В. Гроздова в 87-летнем возрасте имели средний диаметр 41,6 см, среднюю высоту 33,5 м и запас 567 м^3/га [30; 32; 149].

А.С. Яблоков приводит сравнительную характеристику культур лиственниц европейской и сибирской, заложенных в Новодугине по единой схеме посадки и произрастающих в единых лесорастительных условиях. Средний диаметр лиственницы сибирской в 36 лет оставлял 21,8 см, лиственницы европейской в 38 лет – 24,8 см. Преимущество лиственницы европейской над сибирской по полученным данным заключается в более быстром росте и большей толщине стволов [160; 186].

По данным П.Г. Мельника, в лесничестве Загон лиственница в смешении с елью на трех пробных площадях в возрасте 112-117 лет сформировала первый ярус с составом 10Л, со средним диаметром 49-53 см, средней высотой

34,2-44,3 м и с запасом стволовой древесины 725-979 м^3/га. Ель сохранилась и сформировала второй ярус с составом 10Е и запасом 170-253 м^3/га. Отмечается хорошая устойчивость лиственницы к антропогенной нагрузке в виде интенсивной рекреации. Высокая полнота древостоев, полученная благодаря сочетанию лиственницы в первом ярусе и ели во втором, дает колоссальный запас древесины – от 895 до 1155 м^3/га. На заложенных пробных площадях лиственница растёт по I_a-I_b классу бонитета [59].

По сообщениям М.Д. Мерзленко, А.А. Коженковой и В.А. Брынцева, на территории Конаковского района Тверской области культуры лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill.) при очень редкой густоте посадки (550 шт./га) с квадратным размещением посадочных мест (4,27×4,27 м) к 140 годам имели запас 950 м^3/га, при среднем диаметре 58,5 см и средней высоте 39,7 м. Лесорастительные условия представлены влажной суборью (B_3). Культуры заложены во второй половине XIX в. на бывших лесных угодьях князя Г.Г. Гагарина посадкой саженцев лиственницы по сплошь обработанной почве с размещением посадочного материала по углам квадратов. Впоследствии проводились тщательные агротехнические уходы. Спустя несколько десятилетий под полог лиственницы высажена пихта бальзамическая (*Abies balsamea* Mill.) для улучшения роста деревьев лиственницы в высоту и очищения стволов от сучьев. Помимо пихты под пологом лиственницы естественным образом поселилась ель. В процессе роста сформировался сложный древостой с лиственницей в первом ярусе, пихтой и елью во втором. К 140 годам древостой лиственницы соответствовал I_a классу бонитета и имел высокую сохранность – 211 шт./га или 38,4 %. [80]. По производительности данный древостой не уступает лесным культурам К.Ф. Тюрмера, находящимся в Московской области [125]. В редкой посадке лиственница формирует очень крупные стволы. На долю высших классов роста и развития Крафта (I и II) приходится 48 % деревьев. Деревья V класса Крафта составляли только 5 %. Пихта имела средний диаметр 19,2 см, среднюю высоту 18,9 м и запас 45 м^3/га. На пробной площади отмечено естественное возобновление пихты в количестве

282 шт./га, представленное крупным подростом со средней высотой 7,2 м. В результате засушливого лета 2010 года значительное количество более мелкого подроста засохло (до 300 шт./га). Исследователи рекомендуют высаживать пихту одновременно с посадкой лиственницы, которая будет служить подгоном, формировать второй ярус и способствовать повышению производительности древостоев [80].

В Тульской области, по данным профессора В.П. Тимофеева, на серых лесных почвах 36-летние культуры лиственницы европейской с елью имели запас 436 м^3 при средней высоте 20 м и среднем диаметре деревьев 19 см [160]. В Алексеевском лесничестве Тульской области на слабодеградированном черноземе запас 30-лених культур лиственницы сибирской, по данным М.Е. Ткаченко, составлял 402 м^3/га; на черноземе Моховского опытного лесничества в Орловской области, по данным В.Н. Штурма, культуры лиственницы сибирской в 53 года имели запас 612 м^3/га при средней высоте 25 м и среднем диаметре 32 см., а в 67 лет – 710 м^3/га при средней высоте 28,5 м и среднем диаметре 32 см [160; 164; 183].

Высокой продуктивности достигли лесные культуры К. Ф. Тюрмера на гумусированных песчаных почвах в Андреевском лесничестве Судогодского лесхоза Владимирской области. Культуры лиственницы европейской в смешении с елью в 62-летнем возрасте, по данным профессора В.П. Тимофеева, имели запас 575 м^3/га при среднем диаметре 24 см и средней высоте 26 м. Культуры лиственницы в смешении с сосной и елью в аналогичных почвенных условиях Андреевского лесничества в 60-летнем возрасте имели запас 600 м^3/га при среднем диаметре лиственницы 30 см и средней высоте 28 м [160].

В Марпосадском учебно-опытном лесничестве Чувашской Республики на серых лесных суглинках запас 30-летних культур лиственницы сибирской, по данным профессора Д.И. Морохина, составлял 217 м^3/га при средней высоте 17 м и среднем диаметре 25,5 см [92; 160].

О преимуществах лиственничных древостоев по сравнению с другими породами свидетельствуют данные профессора Б.В. Гроздова, опубликованные в 1956 году по результатам обследования Козельских засек в Калужской области. Культуры лиственницы Сукачёва с примесью широколиственных пород на сильнооподзоленном мощно-дерновом делювиальном суглинке в 32-летнем возрасте имели запас 245 $м^3$/га при среднем диаметре 19,4 см и средней высоте 18 м. В одинаковых лесорастительных условиях продуктивность насаждений с преобладанием лиственницы оказалась в 1,2-1,4 раза выше, чем ясенево-дубовых [29; 160].

Из опыта культивирования лиственницы следует, что на всей территории европейской части России в зонах тайги, смешанных лесов, лесостепи и в северной части степной зоны лиственница в культурах является быстрорастущей породой, устойчивой к ряду неблагоприятных факторов и образующей высокоствольные, устойчивые, высокотоварные древостои [148; 149].

ИСТОРИЯ ИНТРОДУКЦИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ РОСТА КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Начало лесокультурному делу по выращиванию лиственничных насаждений в Московской области было положено в 1857 году в Порецком лесничестве (Можайский гор. округ) известным лесоводом К.Ф. Тюрмером. В 1865-1970 годах проведены посадки лиственницы на Лесной опытной даче МСХА имени К.А. Тимирязева под руководством профессоров В.Т. Собичевского, М.К. Турского, Н.С. Нестерова и В.П. Тимофеева [149].

Искусственное лесоразведение в Московской области проводилось наиболее интенсивно в годы Советской власти. В этот период в регионе было создано более 120 тысяч гектар культур различных древесных пород, из них чистых и смешанных культур с участием лиственницы создано более 20 тысяч гектар. Многолетний опыт лесокультурного дела освещен в многочисленных работах профессора В.П. Тимофеева, в его исследованиях изучены известные культуры К.Ф. Тюрмера в Поречье, а также многие другие чистые и смешанные культуры, созданные в регионе в различные периоды [144; 148; 149; 156; 160].

Полученные исследователем данные свидетельствуют о том, что в условиях Московской области и сопредельных регионов наиболее продуктивным и устойчивым лесообразователем является лиственница. Культуры лиственницы отличаются быстрым ростом, устойчивостью против засух, морозов, заморозков и повреждений вредителями. В условиях зеленых зон насаждения лиственницы переносят загрязнение атмосферы промышленными газами, имеют высокое водоохранное и почвозащитное значение [148]. Опыт выращивания лиственничных насаждений заслуживает дальнейшего изучения и широкого распространения.

Профессор В.П. Тимофеев внес большой вклад в дело внедрения лиственницы в леса Московской области. После опубликования его работы «Лиственница в культуре» в 1947 году, Министерством лесного хозяйства лиственница была включена в качестве главной в типы лесных культур Московской

области. До 1945 года в регионе было создано только 145 гектар лиственничных насаждений, с 1945 по 1961 год – 7808 гектар. В 1966 году в регионе лесными культурами с участием лиственницы было занято свыше 20 тысяч гектар [113].

Наиболее известными в Московской области являются культуры лиственницы европейской в смешении с другими породами, созданные в конце 1850-х – начале 1860-х годов лесоводом Карлом Францевичем Тюрмером в урочище Пустошь Порецкой дачи Уваровского района (ныне Можайский городской округ). За 39 лет работы в Поречье (1853-1892 гг.) под руководством К.Ф. Тюрмера было заложено 1468,5 га культур лиственницы, сосны, ели и частично березы, площадь которых в настоящее время составляет 1100 га [121; 127; 128; 169].

При жизни К.Ф. Тюрмера и его прямых последователей осуществлялось высокоинтенсивное плантационное лесное хозяйство, подразумевающее создание за сравнительно короткий период высокопродуктивных и хозяйственно ценных хвойных древостоев с целью получения деловой древесины. Впоследствии оно велось как обычное лесохозяйственное производство с осуществлением проходных и санитарных рубок и при значительном повышении возраста главной рубки (возраст рубки был принят в 60 лет, со временем повышен до 80 лет) [77].

К.Ф. Тюрмер отдавал предпочтение созданию культур лиственницы европейской. Семенной материал лиственницы приобретался в Германии и предположительно имел альпийское происхождение. Лесные культуры закладывались на вырубках после 3-4 летнего использования под сельскохозяйственными культурами. Подавляющая часть культур представлена смешанными древостоями, созданными чередованием чистых рядов лиственницы с рядами сосны и ели или посадкой единичных деревьев лиственницы в еловых рядах, чередующихся с сосновыми. Лиственница высаживалась в небольшом количестве – от 280 до 1650 деревьев на гектаре [121]. Культуры создавали на хорошо дренированных участках. Условия произрастания соответствуют типу леса ельник кисличный, типу лесорастительных условий – влажной сложной

субори (C_3). В настоящее время возраст культур с преобладанием лиственницы превысил 150 лет, а общая площадь составляет 112,7 га [87]

Изучением роста лесных культур К.Ф. Тюрмера в разные годы занимались известные ученые-лесоводы: А.Ф Рудзкий, Е.Н. Елфимова, Х.М. Исаченко, Я.Я. Васильев, А.Н. Поляков, М.В. Рубцов, М.Д. Мерзленко и др. [13; 51; 77; 87; 88; 112; 125-130]. Большой вклад в данное направление внесен профессором В.П. Тимофеевым. В 1963 под его руководством заложена серия постоянных пробных площадей, исследования на которых проводятся по настоящее время. В процессе роста смешанных культур лиственница на всех пробных площадях вытеснила преобладающие по числу деревьев другие хвойные породы и к 100-летнему возрасту заняла господствующее положение в первом ярусе. Общая продуктивность древостоев с преобладанием лиственницы в этом возрасте составляла от 700 до 956 м^3/га. Профессором В.П. Тимофеевым в 1968 году было установлено, что в смешанных культурах при первоначальной посадке лиственницы 280 шт./га к возрасту спелости сохранилось 86 % растущих деревьев от их первоначального количества, при посадке 1650 шт./га – только 30 %. Наиболее успешной сопутствующей породой в лиственничных насаждениях является ель европейская (*Picea abies* L.). Максимальную продуктивность в V классе возраста имели лиственнично-еловые культуры на постоянной пробной площади «4Т» [148]. Культуры созданы в 1863 году на средне- и сильнооподзоленных суглинках посадкой 2-летних сеянцев лиственницы европейской судетской формы и 3-летних сеянцев ели европейской местного происхождения. Смешение пород проводилось чистыми рядами через ряд, при этом расстояние между рядами составляло 2,13 м (сажень), шаг посадки в рядах лиственницы 1,42 м (два аршина), в рядах ели 0,71 м (аршин). На 1 га было высажено 1650 шт. лиственницы и 3300 шт. ели. Тип леса представлен ельником кисличным [88].

Первые сведения о росте описываемых лиственнично-еловых культур опубликованы Е.Н. Елфимовой в 1938 году. К 68-летнему возрасту на пробной площади сформировался двухъярусный древостой с лиственницей в первом

ярусе и елью во втором. Отдельные деревья ели входили в первый ярус. Запас лиственницы составлял 458 м^3/га. при среднем диаметре 25,1 см и средней высоте 29,4 м. Ель имела средний диаметр 18,8 см, среднюю высоту 16,4 и запас 122 м^3/га. Общий запас древостоя составлял 580 м^3/га [51; 148].

Я.Я. Васильев, исследуя особенности роста лиственницы в смешанных с елью культурах, определил, что с первых лет совместного произрастания лиственница опережает ель по средней высоте и диаметру, задерживает рост последней и осаживает во II ярус, при этом у лиственницы наблюдается замедленная дифференциация деревьев и большое количество деревьев низших классов роста (III–IV), поэтому средний диаметр лиственницы в смешении с елью меньше, чем в культурах с сосной, но общий запас выше за счет большего количества сохранившихся деревьев лиственницы и особенно ели [13; 148].

По данным профессора В.П. Тимофеева и В.В. Надеждина, в возрасте 99 лет культуры росли по I_a классу бонитета, средняя высота лиственницы составляла 37 м, средний диаметр – 38 см, запас стволовой древесины – 886 м^3/га. Ель находилась во втором ярусе с запасом 54 м^3/га при средней высоте 21 м и среднем диаметре 22 см. Общий запас древесины составлял 940 м^3/га [88; 148].

В 1993 году по заданию Рослесхоза коллектив ученых под руководством чл.-корр. ВАСХНИЛ профессора М.В. Рубцова детально обследовал этот объект наряду с другими участками лесных культур в возрасте 80 лет и старше; по их данным, общий запас лиственнично-еловых культур превысил 1300 м^3/га [88; 127].

В 2019 году под руководством профессора М.Д. Мерзленко проведено очередное обследование культур в 158-летнем возрасте. Согласно полученным данным, лиственница имела запас 1296 м^3/га при среднем диаметре 56,9 см и средней высоте 45 м. При этом рост лиственницы в IV и V классах возраста соответствует I_a классу бонитета, затем I_b классу бонитета. Необходимо отметить, что в процессе роста древостоя ель находилась как в первом, так и во втором ярусе, причем 2-й ярус представлен елью естественного про-

исхождения и частично отставшими в росте деревьями посадки 1863 года. Запас ели второго яруса составлял 72 м^3/га, общий запас сложного древостоя – 1362 м^3/га [88].

Ввиду изначально большого размера постоянной пробной площади (0,55 га) исследователями проанализированы изменения в распределении деревьев лиственницы европейской по ступеням толщины за последние 48 лет. В древостое просматривается наличие очень крупных стволов деревьев толщиной в 130-летних культурах до 76 см, а в 158-летних – 88 см. С увеличением возраста лиственницы со 110 лет к 158 годам происходит увеличение дифференциации стволов. Диапазон варьирования диаметров от минимальной ступени толщины к максимальной составлял в 110 лет 40 см, в 130 лет – 52 см, в 158 лет – 60 см [88].

Характерной особенностью лиственнично-еловых культур является уверенное преимущество лиственницы не только по значениям средней высоты и диаметра, но и по запасу стволовой древесины. Максимальный запас древесины лиственницы, как основного элемента леса, был зафиксирован в возрасте 143 года и составлял 1318 м^3/га. В процессе роста ель изначально отставала от лиственницы. Однако в отличие от ели второго яруса, рост по высоте ели первого яруса был стабильно синхронен (особенно в возрасте 50–110 лет) по отношению к пологу лиственницы. В целом, ель, как компонент искусственного дендроценоза, положительно укрепляла вертикальный профиль насаждения [88].

По данным профессора М.Д. Мерзленко, за последние 15 лет на ППП «4Т» произошло снижение текущего прироста как по средней высоте древостоя лиственницы, так и по диаметру, причем по среднему диаметру очень существенно: по сравнению с периодом 1997-2004 гг. – в 4,4 раза. Текущий прирост по запасу стволовой древесины за последние 15 лет стал отрицательным (-1,47 м^3). Вышеперечисленное свидетельствует о том, что древостой вступил в фазу распада. Отпад деревьев лиственницы идет как по низовому, так и по верховому типу. Последний происходит при сильных и ураганных ветрах, приводящих к вывалу хорошо развитых, но более высоких деревьев (высота

отдельных деревьев в 158 лет достигала 48 м). Ветровальности лиственницы способствует негативная деятельность трутовика Швейница (*Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.), вызывающего загнивание корневых систем у пораженных деревьев [88].

В противоположность ели европейской как сопутствующей породе, сосна обыкновенная является несовместимым компонентом в смешанных с лиственницей культурах [13; 77; 79; 84; 129; 186]. Изначально обе светолюбивые быстрорастущие хвойные породы стремятся занять одну и ту же экологическую нишу в виде господствующего полога. Однако, если на стадии молодняка преимущество в росте наблюдается у сосны (по средней высоте – до 40 лет, по среднему диаметру – до 50 лет), то впоследствии в итоге межвидовой борьбы господствующее положение переходит к лиственнице, окончательно занимающей лидирующее положение в верхнем пологе в V классе возраста. В возрасте от 90 до 120 лет у лиственницы европейской наблюдается резкое увеличение энергии роста по средней высоте и диаметру. При этом происходит значительный отпад деревьев сосны, в результате чего к 150 годам сосна в составе занимает в среднем 2,6 %, тогда как изначально доля каждой из пород в составе была по 50 % [77].

Показательна динамика роста лиственнично-соснового древостоя с участием ели на постоянной пробной площади «1Рд», заложенной в 1871 году А.Ф. Рудзким и восстановленной М.Д. Мерзленко 1969 году. Культуры созданы на вершине моренного холма в 1860 году путем разновременного введения пород в состав культур. На первом этапе была проведена посадка 2-летних сеянцев лиственницы европейской и 1-летних сеянцев сосны через ряд [121]. Первоначальная густота посадки составляла по 4,1 тыс. шт./га для каждой породы, всего – 8,2 тыс. шт./га. В возрасте 11 и 17 лет лиственница имела меньшие значения среднего диаметра и высоты, чем сосна. В составе древостоя преобладала сосна [129; 130]. В 1871, 1876, 1882 и 1890 гг. К.Ф. Тюрмером проведены интенсивные рубки ухода с целью создания лучших условий для роста древостоя. В рубку назначались усыхающие и ослабленные деревья

обеих пород [87]. В 1886 году, когда сосне и лиственнице было 26 лет, в междурядьях была введена ель в виде подпологовой культуры в количестве 4 тыс. шт./га. После ухода, проведённого в 1890 году, общее количество деревьев сосны и лиственницы составляло 1523 шт./га с запасом древесины 217 м^3/га [121]. В фазе приспевания лиственница стала опережать сосну по средней высоте, диаметру и преобладать в составе древостоя [13]. В дальнейшем участие сосны неуклонно снижалось, и в возрасте 113 лет культуры были представлены двухъярусным древостоем с преобладанием лиственницы в первом ярусе и ели во втором. Вследствие угнетенности в течение 30 лет роста, сосна по запасу древесины составляла лишь 10 % запаса древесины лиственницы. Общий запас составлял 1020 м^3/га, в том числе 101 м^3/га древесины ели [121]. Описанная картина наблюдается во всех культурах, созданных с участием лиственницы и сосны: в зрелом возрасте сосна сильно угнетается лиственницей, ее участие в составе становится незначительным [87].

Согласно данным профессора М.Д. Мерзленко, в возрасте 155 лет на пробной площади находился сложный древостой. Первый ярус имел состав 10Л+С, запас лиственницы составлял 858 м^3/га, сосны – 16 м^3/га. Средний диаметр лиственницы составлял 61,1 см, средняя высота – 45,5 м. Второй ярус представлен елью, имел состав 10Е со средним диаметром 27,3 см, средней высотой 25,8 м и запасом 120 м^3/га. Таким образом, общая продуктивность смешанного сложного хвойного древостоя составляла 993 м^3/га [87].

Чистые культуры лиственницы европейской созданы К.Ф. Тюрмером на площади до 10 га и характеризуются интенсивным ростом, но в сравнении со смешанными имеют ряд недостатков. В качестве примера приводим материалы постоянной пробной площади «5Т», заложенной в 1963 году профессором В.П. Тимофеевым. По его данным, при первоначальной густоте 6600 шт./га. чистые культуры лиственницы со вторым ярусом из ели естественного происхождения к 73 годам имели высокие таксационные показатели: запас – 747 м^3, средний прирост – 9,2 м^3 и текущий – 11 м^3. Общая продуктивность соответ-

ствовала аналогичному показателю смежных культур лиственницы в смешении с елью и сосной. Однако, в сравнении со смешанными, чистые культуры имели большую густоту, кривостовльность и слабо развитые – узкие и короткие кроны, большое количество деревьев III, IV, V классов роста (40 %). Древостой недостаточно устойчив против ветра, и в нем отмечены случаи ветровала. В возрасте 73 лет на 1 га было 972 дерева со средним диаметром 27,6 см, тогда как в смежных смешанных с елью и сосной культурах в аналогичном возрасте количество деревьев лиственницы было в два раза меньше, а значения среднего диаметра на 20-30 % выше [148].

По данным профессора М.Д. Мерзленко, в возрасте 124 лет лиственница на пробной площади «5Т» имела запас 1374 м^3/га при среднем диаметре 44,7 см и средней высоте 41,6 м. Ель естественного происхождения сформировала второй ярус со средним диаметром 18,4 см, высотой 15,7 м и запасом 65 м^3/га. Общий запас древостоя составлял 1444 м^3/га. Культуры по-прежнему перегущены – число деревьев лиственницы составляло 478 шт./га, общая густота – 762 шт./га. Для сравнения, общая густота 130-летних лиственнично-еловых культур на пробной площади «4Т» составляла 512 шт./га. при среднем диаметре лиственницы 48,2 см и средней высоте 40,8 м. Таким образом, при меньшем количестве высаженных деревьев и в смешении с другими породами лиственница европейская имеет лучшие технические качества стволов и формирует более устойчивые насаждения [87].

О высокой производительности искусственных насаждений К.Ф. Тюрмера на современном этапе свидетельствуют данные профессора М.Д. Мерзленко. В возрасте 124-156-лет запас лиственницы на постоянных пробных площадях составлял 858-1471 м^3/га, общий запас находился в пределах 993-1508 м^3/га. Средняя высота культур лиственницы в возрасте более 140 лет составляла 44,8 м, при этом на некоторых пробных площадях она достигла 45,7 м. В целом, культуры растут по I_b классу бонитета [87]. Самую высокую производительность древостоев наблюдали в возрасте их естественной спело-

сти (130-150 лет) [125]. Наибольший запас лиственницы на постоянных пробных площадях был равен 1140 м^3/га, а, в целом, по насаждениям – 1265 м^3/га. Ель образовала второй ярус, запас которого изменялся от 28 до 197 м^3/га и, в среднем, составлял 112 м^3/га. Запас сохранившихся деревьев сосны не превышал 37 м^3/га и, в среднем, равнялся 13 м^3/га [87]. Максимальный запас лиственницы зафиксирован в возрасте 111 лет на ППП «К-4» – 1512 м^3/га, при среднем диаметре 41 см и средней высоте 33,8 м. Общий запас древостоя составлял 1551 м^3/га. Крайне высокая продуктивность лиственницы в смешении с елью на ППП «К-4» в V классе возраста вызвана условиями рельефа, ибо участок расположен на западном склоне коренного берега ручья с уклоном склона 20°, а также завышенной густотой лесных культур. В возрасте 111 лет количество деревьев лиственницы составляло 802 шт./га, общая густота – 946 м^3/га. С повышением возраста лесных культур запас древесины существенно не увеличился, так как происходит отпад стволов из-за процесса естественного изреживания перегущенного древостоя [77]. Для дальнейшего успешного продуцирования древостоя лиственницы густота стояния в 110 лет должна быть как минимум в 2,5 раза меньше. На это указывает составленная в 1974 году А.Н. Поляковым таблица хода роста культур лиственницы европейской Поречья [112; 114].

В отношении лесных культур лиственницы европейской, интродуцированной в центр Русской равнины, можно говорить об их скороспелости и даже относительной недолговечности. Доказательством вышесказанного служат данные профессора М.Д. Мерленко о ходе возрастной дигрессии. В период от 100 до 150 лет отпад по числу стволов увеличился в 2,7 раза, а среднепериодический текущий прирост по запасу стволовой древесины уменьшился в 5 раз [77].

Несмотря на то, что, в целом, в культурах лиственницы европейской К.Ф. Тюрмера за период от 140 до 150 лет запас увеличился на 23 м^3/га, на нескольких постоянных пробных площадях наблюдается изреживание древостоев, вызванное ветровалом и разрушительной деятельностью трутовика

Швейница (*Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.). Наиболее интенсивное изреживание происходит на пробных площадях, расположенных на возвышенных участках: ППП «1Рд», ППП «6Т» и ППП «4Т» [77].

О производительности лиственничных древостоев на дренированных легких и суглинистых почвах существуют противоречивые мнения. В лесных культурах К.Ф. Тюрмера в Андреевском лесничестве Владимирской области на песчаных и супесчаных почвах древостои лиственницы европейской также отличаются интенсивным ростом, хотя и несколько уступают лиственничным культурам Поречья. На пробных площадях, заложенных в Андреевском лесничестве, в возрасте 114 лет производительность лиственницы соответствовала I_b классу бонитета, наибольшие значения средней высоты – 40,1 м, среднего диаметра – 42,2 см, запаса – 977 м^3/га [87].

Научным коллективом под руководством профессора М.Д. Мерленко выполнен сравнительный анализ производительности культур в разных условиях произрастания. Для приведения древостоев к сопоставимому возрасту использованы данные перечетов, выполненных в разные годы на постоянных пробных площадях «1АЛ», «2АЛ» и «3АЛ» (2009 год) в Андреевском лесничестве, а также на ППП «5Т» (2004 год), «4Т» и «6Т» (1971 год) в Поречье. Возраст культур различался несущественно: на ППП «4Т» и «6Т» он равен 111 и 113 годам, на других четырех пробных площадях – 114 годам. При этом в Поречье средняя высота культур в этом возрасте составляла 39,7 м, средний диаметр – 42,7 см, объём ствола среднего дерева – 2,5 м^3 и запас стволовой древесины – 1050 м^3/га. По сравнению с ними 114-летние лиственничные культуры в Андреевском лесничестве существенно не отличались по средней высоте, но были меньше по среднему диаметру на 6 %, по объему ствола среднего дерева – на 9 % и по запасу – на 12 % [87].

Для оценки потенциальной производительности лиственницы исследователями определены значения характеристик лидирующих деревьев. К ним отнесены наиболее крупные деревья, доля которых принята равной 10 % от

общей численности деревьев на каждой пробной площади. Общее число включенных в анализ деревьев – 273, в том числе в Поречье – 149, в Андреевском лесничестве – 124. В Поречье средняя высота (H) лидирующих деревьев изменялась в пределах 41,3-42,4 м, средний диаметр (D) – 56,9-63,9 см и объем ствола среднего дерева (V) – 4,5-5,5 м^3. В Андреевском лесничестве эти характеристики следующие: H = 41,2-41,9 м, D = 54,6-57,1 см и V = 4,1-4,4 м^3. Объём ствола среднего дерева лидирующих деревьев лиственницы в Поречье (4,8 м^3) на 12 % выше, чем в Андреевском лесничестве (4,3 м^3). Таким образом, чистые лиственничные древостои на суглинистых почвах в Поречье по производительности превосходят аналогичные по возрасту и составу древостои на песчаных и супесчаных почвах Андреевского лесничества [87].

Опыт лесных культур лиственницы К.Ф. Тюрмера свидетельствует, что из всех хвойных пород наибольшую продуктивность в лесных культурах имеет лиственница европейская судетской формы (*Larix decidua* Mill. Sudetica) [126; 148; 153; 160; 186]. Аналогичная тенденция помимо Поречья свойственна культурам лиственницы европейской в Никольской лесной даче Московской области с легкосуглинистыми почвами на флювиогляциальных отложениях [79]. Следует отметить, что результаты выращивания лиственницы европейской в культурах К.Ф. Тюрмера, культурах Смоленско-Московской возвышенности и Владимирской области, а также в созданных лесоводом Готгетреем в Никольской лесной даче, несмотря на разные почвенные условия, но при наличии очень хорошей дренированности, свидетельствуют о почти одинаковых показателях их производительности [77; 79; 85; 126].

Несмотря на то, что созданные К.Ф. Тюрмером лесные культуры значительно перешагнули возраст главной рубки (80 лет), можно констатировать факт выращивания скороспелых рукотворных лесов, успешно выполняющих целевое назначение по получению ценной хвойной древесины. При условии плантационного лесного хозяйства возраст рубки в зоне смешанных лесов для ели может не превышать 80 лет, для лиственницы – 120 лет [77].

Успешность лесных культур К.Ф. Тюрмера обусловлена качественным посадочным материалом, высоким агротехническим фоном при закладке лесных культур и частыми рубками ухода по низовому методу, не снижающими общей сомкнутости искусственных насаждений [169]. Правильное воплощение типа лесных культур (схем смешения и размещения компонентных пород) в соответствии с типом условий местопроизрастания способствовало интенсивному росту древостоев [77]. Научное изучение уникальных насаждений, заложенных К.Ф. Тюрмером, продолжается по настоящее время и будет продолжено в будущем. Результаты изучения эталонных лесных культур хвойных пород на суглинистых почвах центральной части зоны смешанных лесов позволят в будущем подходить с профессиональных позиций к проектированию, созданию и выращиванию устойчивых и высокопродуктивных древостоев, отвечающих ведению многоцелевого лесного хозяйства.

В 1862 году начались исследовательские работы в насаждениях Лесной опытной дачи МСХА. Посадки различных видов лиственницы производились профессорами В.Т. Собическим (1865-1875 гг.), М.К. Турским (1876-1899 гг.), Н.С. Нестеровым (1900-1926 гг.) и В.П. Тимофеевым (1940-1970 гг.). Дальнейшая работа по изучению роста культур лиственницы проводилась А.Н. Поляковым и Н.В. Корешковым [98].

Первые культуры лиственницы Сукачёва в смешении с сосной (пробная площадь «$Ж_3$») и елью (пробная площадь «$Е_5$») созданы профессором В.Т. Собическим весной 1875 года на мощно-дерновом слабооподзоленном легком суглинке седьмого квартала. Саженцы лиственницы Сукачёва выращены в питомнике из семян, полученных из Онежского и Шенкурского лесничеств Архангельской губернии. В лиственнично-еловых культурах в первые 16 лет после закладки по числу деревьев преобладала ель, в последующие годы стало интенсивно проявляться угнетающее влияние лиственницы. К 75 годам светолюбивая лиственница полностью вытеснила теневыносливую ель и сформировала чистый древостой с редким вторым ярусом более молодого вяза, поса-

женного в местах выпавшей в первые годы лиственницы. К 92 годам, по данным профессора В.П. Тимофеева, древостои имели следующею таксационную характеристику: на пробной площади «$Ж_3$» средний диаметр лиственницы 30 см, средняя высота 26 м, запас 520 м^3/га, общий – 614 м^3/га; на пробной площади «$Е_5$» средний диаметр 28,2 см, средняя высота 25 м, запас стволовой древесины 650 м^3/га. Сравнивая рост лиственницы Сукачёва в смешанных с елью и сосной древостоях в идентичных условиях местопроизрастания, В.П. Тимофеев отмечал их близкие показатели по отпаду и запасам стволовой древесины. На участке с елью сохранность деревьев лиственницы больше, чем на участке с сосной [157]. В 145-летнем возрасте древостой на пробной площади «$Ж_3$», по данным Н.В. Корешкова, имеет состав 8Л1ЛП1В+КЛО и общий запас древесины 1339 м^3/га при среднем диаметре лиственницы 43,5 см, средней высоте 32,7 м и запасе 1018 м^3/га. На пробной площади «$Е_5$» к 145 летнему возрасту сформировался двухярусный древостой. Лиственница находится в первом ярусе со средним диаметром 41,4 см, средней высотой 33,1 м и запасом древесины 1356 м^3/га. Второй ярус имеет состав 5КЛО4В1ЛП и запас 60 м^3/га.

Чистые лиственничные культуры (квартал 11, пробная площадь «Г») на мощно-дерновом среднеподзолистом песчаном легком суглинке к 55 годам, по данным профессора В.П. Тимофеева, имели средний диаметр 25,3 см, среднюю высоту 23,5 м и запас 496 м^3/га, к 76 годам общий запас древостоя составлял 616 м^3/га при среднем диаметре лиственницы 30,3 см, средней высоте 27 м и запасе 602 м^3/га. На соседнем участке (пробная площадь «К») чистые культуры лиственницы Сукачёва с примесью дуба и липы в аналогичном возрасте имели средний диаметр лиственницы 28 см, среднюю высоту 25 м, запас 633 м^3/га и общий – 644 м^3/га. Густота посадки лесных культур на обоих участках составляла 4394 шт./га [157]. В 115 лет культуры на пробной площади «Г», по данным А.Н. Полякова, имели средний диаметр 38,1 см, среднюю высоту 35,9 и запас древесины 1053 м^3/га, на соседней пробной площади («К») – 35,8 см, 32,4 м и 868 м^3/га [97]. По данным Н.В. Корешкова, в 128-летнем воз-

расте культуры на пробной площади «Г» имели средний диаметр 41,9 см, среднюю высоту 37,7 м и запас древесины 1177 м^3/га, на пробной площади «К» – 39,7 см, 36 м и 1062 м^3/га.

Чистые культуры лиственницы (10 квартал, пробная площадь «Т») в 93 года по данным профессора В.П. Тимофеева имели среднюю высоту 27,5 м, средний диаметр 35,1 см и запас стволовой древесины 556 м^3. Необходимо отметить, что культуры создавались в 1866 году рядовой посадкой 3-летних лиственницы, сосны и 6-летней ели с густотой 4980 шт./га, в том числе лиственницы 1260 шт. (25 %), сосны 1200 шт. (25 %) и ели 2520 шт. (50 %) при размещении 1,42×1,42 м. В процессе роста лиственница вытеснила сосну и ель сформировав к возрасту спелости чистый древостой [157]. В 117 лет, по данным А.Н. Полякова, культуры имели запас древесины 787 м^3/га при среднем диаметре 43,1 см и средней высоте 31,8 м. На соседнем участке (пробная площадь «$Т_1$») произрастают чистые культуры аналогичного возраста со средним диаметром 42,2 см, средней высотой 32,2 и запасом 628 м^3/га [97]. К 131-летнему возрасту, по данным перечетов Н.В. Корешкова, на пробной площади «Т» сформировался сложный древостой. В I ярусе находился лиственница со средним диаметром 46,4 см, средней высотой 34 м и запасом 952 м^3/га. II ярус представлен естественно возобновившимися породами, имеет состав 7КЛО2ЛП1В и запас 28 м^3/га. На пробной площади «$Т_1$» произрастает также сложный древостой, в котором лиственница формирует I ярус и имеет средний диаметр 48,1 см, среднюю высоту 33,1 м и запас 698 м^3/га. Состав II яруса – 6КЛО3ЛП1Б1В, запас – 69 м^3/га.

Культуры лиственницы Сукачёва с примесью сосны, дуба и липы (квартал 4, пробная площадь «1»), по данным профессора В.П. Тимофеева, в 75-летнем возрасте имели общий запас 435 м^3/га при среднем диаметре лиственницы 31 см, средней высоте 26 м и запасе 395 м^3/га. Культуры закладывались посадкой сенцев сосны, ели и лиственницы. К 70-летнему возрасту ель выпала, сохранились единичные деревья сосны [157]. По данным А.Н. Полякова, в 125 лет на пробной площади располагается чистый лиственничный древостой

с единичным участием липы, вяза и сосны. Средний диаметр – 46 см, средняя высота – 34,3 м, запас древесины – 980 м^3/га [98]. По данным Н.В. Корешкова, в возрасте 130 лет лиственница имела средний диаметр 46,7 см, среднюю высоту 35,1 м и запас древесины 981 м^3/га, при этом общий запас древостоя составлял 1007 м^3/га. Приведенные данные свидетельствует о высокой продуктивности и устойчивости культур лиственницы Сукачёва в условиях Лесной опытной дачи МСХА.

В 1876 году в седьмом квартале профессором В.Т. Собическим созданы культуры лиственницы европейской (форма судетская) в смешении с елью, дубом и вязом. Густота посадки культур составляла 4025 шт./га, в том числе лиственницы – 464 шт. (11,5 %), ели – 673 шт. (16,7 %), дуба – 474 шт. (11,8 %) и вяза – 2414 шт. (60 %). Спустя 60 лет после посадки культур, профессором В.П. Тимофеевым заложена постоянная пробная площадь «П» и проведен первый подеревный перечет, к этому времени дуб и ель выпали из состава древостоя, вяз перешел во второй ярус, помимо этого появилось естественное возобновление клёна, липы и берёзы. Последний перечет проведен В.П. Тимофеевым в 1971 году, по его данным в 101-летнем возрасте древостой имел состав 10Л$_{ед}$В и общий запас древесины 616 м^3/га. Лиственница имела средний диаметр 43,1 см, среднюю высоту 30 м и запас 608 м^3/га [157]. По данным А.Н. Полякова, лиственница к 118 годам имела средний диаметр 47 см, среднюю высоту 34,7 м и запас 833 м^3/га [97]. В 144-летнем возрасте, по данным Н.В. Корешкова, средний диаметр лиственницы составлял 54,8 см, средняя высота – 35,3 м и запас – 1107 м^3/га. Состав древостоя – 10Л+КЛО$_{ед}$ЛП,В и общий запас древесины 1129 м^3/га.

На постоянной пробной площади «Т», заложенной в 11 квартале в 1946 году профессором В.П. Тимофеевым для исследования хода роста лиственницы европейской в смешении с сосной, посаженных в равных количествах (по 1100 шт./га) двухлетками в 1878 году, лиственница к 85-летнему возрасту имела средний диаметр 38 см, сосна – 26,7 см. При этом лиственницы

сохранилось 40 %, сосны – 5 % от первоначального количества. Запас лиственницы составлял 650 м^3 (94 %), сосны – 32 м^3 (6 %) [157]. В возрасте 110 лет по данным А.Н. Полякова, древостой имел состав 10Л$_{ед}$С, средний диаметр 47,2 см, среднюю высоту 35 м и запас стволовой древесины – 973 м^3/га [97]. По данным Н.В. Корешкова, средний диаметр 137-летних культур составлял 53,9 см, средняя высота – 36,3 м, запас – 855 м^3/га.

Чистые культуры лиственницы европейской в пятом квартале (пробные площади площадь «Р$_1$» и «Р$_2$») по данным профессора В.П. Тимофеева, в 84-летнем возрасте имели следующие таксационные показатели: на пробной площади «Р$_1$» средний диаметр лиственницы – 37,6 см, средняя высота – 28,5 м и запас древесины – 463 м^3/га, на пробной площади «Р$_2$» культуры аналогичного возраста с единичной примесью дуба и липы имели средний диаметр лиственницы 35,4 см, среднюю высоту 28,5 м, запас 496 м^3/га. Необходимо отметить, что культуры создавались в 1881 году посадкой 3-летних сеянцев лиственницы и ели с густотой 4394 шт./га, в том числе лиственницы 729 шт. (16,6 %) и ели 3665 шт. (83,4 %). К 70 годам лиственница полностью вытеснила ель [157]. По данным А.Н. Полякова, в возрасте 120 лет культуры на пробной площади «Р$_1$» имели средний диаметр лиственницы 45,6 см, среднюю высоту 34,2 м и запас древесины 810 м^3/га; на пробной площади «Р$_2$» средний диаметр – 45,1 см, среднюю высоту – 35,5 м, запас – 793 м^3/га [97]. В 137 лет лиственница на пробной площади «Р$_1$», по данным Н.В. Корешкова, имела средний диаметр 52,4 см, среднюю высоту 34,5 м и запас древесины 945 м^3/га, на пробной площади «Р$_2$» – средний диаметр – 51,1 см, среднюю высоту – 36,6 м, запас – 943 м^3/га.

Культуры лиственницы европейской с единичным участием сосны на пробной площади «С», по данным профессора В.П. Тимофеева, в 85 лет имели средний диаметр лиственницы 38,5 см, среднюю высоту 27,5 м и запас стволовой древесины 348 м^3/га. Культуры заложены в 1882 году посадкой 6-летних саженцев лиственницы, ели и 3-летних сеянцев сосны с густотой 4394 шт./га, в том числе лиственницы 729 шт. (16,7 %) ели 2197 шт. (50 %) и сосны 1468 шт.

(33,3 %). Как и на других пробных площадях лиственница в процессе роста вытеснила превосходящую по численности сосну и ель сформировав в 85-летнему возрасту чистый древостой [157]. По данным А.Н. Полякова, в возрасте 126 лет древостой имел средний диаметр 52,3 см, среднюю высоту 32 м, запас древесины 682 м^3/га [97]. В 138 лет, по данным Н.В. Корешкова, лиственница имела средний диаметр 58,3 см, среднюю высоту 33,5 м и запас 940 м^3/га.

На соседнем участке чистые культуры лиственницы европейской (пробная площадь «Е'») к 120 годам, по данным А.Н. Полякова, имели средний диаметр 46,4 см, среднюю высоту 38,9 м и запас 770 м^3/га [97]. Об устойчивости и высокой производительности насаждений лиственницы европейской свидетельствуют материалы других постоянных пробных площадей. Результаты роста культур лиственницы европейской в смешении хвойными породами аналогичны результатам роста смешанных культур лиственницы Сукачёва. Лиственница европейская превосходит по росту и интенсивно вытесняет из насаждений при совместном произрастании сосну, ель и дуб [149; 157].

Культуры лиственницы сибирской начали создаваться на Лесной опытной даче в 1880-х годах, наиболее представительной посадкой того времени являются культуры в смешении с сосной и елью, заложенные в 1885-1887 годах на мощно-дерновом сильно оподзоленном песчанистом легком суглинке в четвертом квартале (пробная площадь «ГЪ»). В процессе роста культур ель выпала из состава древостоя, лиственница постепенно вытеснила сосну, сформировав к 116 годам чистый древостой с единичной примесью сосны и твердолиственных пород. Древостой пострадал от урагана 1998 года, в результате которого произошло снижение запаса на 64 м^3/га. По данным А.Н. Полякова, средний диаметр древостоя в 116-летнем возрасте составлял 46,1 см, средняя высота – 32 м и запас древесины – 323 м^3/га. По интенсивности роста и продуктивности лиственница сибирская мало отличается от лиственницы Сукачёва [97; 115].

Наиболее массово культуры лиственницы сибирской создавались на Лесной опытной даче в период с 1941 по 1970 годы, чаще всего лиственница

высаживалась в смешении с липой мелколистной. Последние культуры этого типа заложены профессором В.П. Тимофеевым в 1970 году в третьем квартале (пробная площадь «В»). По данным А.Н. Полякова, лиственница во всех возрастах имеет большие значения среднего диаметра и средней высоты по сравнению с липой. Смешанные культуры в 41-летнем возрасте имели состав 6Л4ЛП, средний диаметр лиственницы 18,8 см, липы – 15,3 см, среднюю высоту лиственницы – 17,6 м, липы – 15,2 м, запас лиственницы – 182 м^3/га, липы – 136 м^3/га, общий запас составлял 317 м^3/га. В настоящее время на заложенных пробных площадях наблюдается повсеместное доминирование лиственницы сибирской над липой по всем таксационным показателям [115].

При создании лесных культур разные виды лиственницы высаживались сеянцами или саженцами в смешении с другими древесными породами, наиболее часто с сосной, елью, пихтой, дубом, вязом, липой и клёном по сельскохозяйственному пользованию в количестве от 180 до 4400 шт./га. На основе полученных профессором В.П. Тимофеевым и А.Н. Поляковым данных было установлено, что несмотря на незначительное первоначальное участие лиственницы в составе смешанных одновозрастных древостоев, последняя в процессе роста занимала лидирующее положение, вытесняя другие породы. [147; 157]. Аналогичные выводы следуют из работ А.С. Яблокова и Б.В. Гроздова, проводивших наблюдения за смешанными культурами на суглинках Новодугина Смоленской области [30; 32; 186].

По данным профессора В.П. Тимофеева на Лесной опытной даче на мощнодерновых средне- и слабооподзоленных легких суглинках наиболее продуктивными и устойчивыми являются культуры лиственницы Сукачёва, полученные из семян, собранных в Архангельской, Костромской и Ивановской областях, и культуры лиственницы сибирской из семян Ермаковского и Ирбейского районов Красноярского края, а также с верховьев реки Лены в Иркутской области. Наиболее близкие к месту выращивания по широте и высоте над уровнем моря экотипы лиственницы растут интенсивно и устойчивы во взаимоотношениях с местными хвойными и лиственными породами [157].

Древостои лиственницы европейской (судетской формы) характеризуются высокой продуктивностью, но, в отличие от лиственницы Сукачёва, имеют больше деревьев с искривленными стволами. Кривоствольность деревьев является следствием повреждения верхушечных побегов ранними осенними заморозками. Подобные повреждения возникали наиболее часто в молодняках по причине более продолжительного роста лиственницы европейской в течение вегетационного периода по сравнению с лиственницами Сукачёва и сибирской [148].

Лиственницы Сукачёва, сибирская и европейская проявили себя в условиях Лесной опытной дачи устойчивыми, высокопродуктивными и перспективными лесообразователями. По сравнению с сосной и елью вышеупомянутые виды имеют более высокую продуктивность [157].

По результатам многолетних исследований роста культур разных видов лиственницы на Лесной опытной даче профессор В.П. Тимофеев пришел к выводу, что первое поколение лиственниц японской, даурской и ольгинской оказалось неустойчивым. Культуры лиственницы японской до 30 лет отличались интенсивным ростом и имели высокие таксационные показатели наравне с древостоями лиственницы европейской, во влажные годы даже превышая последние, но в засушливые 1938-1939 годы имели повышенной отпад. Древостои лиственниц даурской и ольгинской отличались медленным ростом, низкими таксационными показателями и распались в засушливые 1938-1939 годы. Культуры лиственниц широкочешуйчатой (гибрид японской и шотландской), шотландской и польской характеризуются высокими показателями, однако, на стадии молодняка часто повреждались ранними осенними заморозками. Верхушечные побеги деревьев не всегда одресневали до наступления заморозков вследствие длительного периода роста. Помимо вышесказанного, древостои подвергались снеговалом и снеголомом при ранних снегопадах, т.к. деревья этих видов лиственницы поздно сбрасывают хвою (в конце октября-начале ноября) [148].

Лучшими породами для смешения с лиственницей оказалась липа мелколистная, крупнолистная и ель, образующие второй ярус, хорошо затеняющие почву и нижнюю часть полога, создавая этим благоприятные условия для очищения лиственницы от сучьев. На основе данных многолетних наблюдений профессором В.П. Тимофеевым были составлены таблицы хода роста лиственничных древостоев в возрасте от 10 до 65 лет (1947-1961). Культуры лиственницы расположены на 49 постоянных пробных площадях. Небольшие размеры постоянных пробных площадей (от 0,037 до 0,3 га) не позволяют в настоящее время получить достоверных сведений о запасе древостоев [115]. По данным лесоустройства 2009 года, общая площадь насаждений с участием лиственницы составляет 35 гектаров.

Лиственничные древостои Лесной опытной дачи являются наиболее продуктивными, устойчивыми в условиях урбанизированной среды, что дает им преимущество в озеленении. В целом, культуры лиственницы не уступают по продуктивности древостоям К.Ф. Тюрмера в Поречье. Отрицательным фактом является значительная ветровальность крупномерных деревьев под воздействием ураганных ветров.

Высокую продуктивность имеют культуры лиственницы европейской на территории Никольской лесной дачи Щелковского учебно-опытного лесхоза Московского государственного университета леса. На объекте в 1870-1872 годах заложены смешанные лиственнично-сосново-еловые культуры методом посадки и посева. На стадии молодняка сосна опережала в росте лиственницу. Благодаря интенсивным разреживаниям в первой четверти XX века удалось понизить долю участия сосны в составе древостоев и обеспечить лиственнице благоприятные условия роста [84].

По данным П.Г. Мельника и Н.Н. Карасева, культуры лиственницы на постоянных пробных площадях в возрасте 128-130 лет имели запас стволовой древесины 551-1308 м^3/га и обладали высокой устойчивостью [74].

Первые культуры созданы в 1870 году посевом семян лиственницы, сосны и ели в равных количествах. В 1963 году П.И. Ушаковым заложены две

постоянные пробные площади «У-3» и «В-13» (37 квартал). Промежуточные результаты роста культур опубликованы А.И. Писаренко и М.Д. Мерзленко в 1990 году. На пробной площади «У-3» древостой в возрасте 114 лет имел состав I яруса – 9Л1С, II яруса – 10Е и общий запас 956 м^3/га. Средний диаметр лиственницы – 43,5 см, средняя высота – 33,2 м и запас – 899 м^3/га. По данным М.Д. Мерзленко и П.Г. Мельника, в возрасте 130 лет древостой характеризовался составом I яруса 9Л1С+Е и общим запасом 800 м^3/га. Средняя высота лиственницы составляла 36,1 м; средний диаметр – 60,7 см и запас стволовой древесины – 631 м^3/га [85].

На пробной площади «В-13», по данным А.И. Писаренко и М.Д. Мерзленко, древостой в возрасте 114 лет имел состав I яруса 8Л1С1Е, II ярус – 10Е и общий запас 615 м^3/га. Лиственница имела средний диаметр 52,9 см, среднюю высоту 35,5 м, запас 490 м^3/га [110]. По сведениям М.Д. Мерзленко и П.Г. Мельника, в 124-летнем возрасте культуры имели аналогичный состав и общий запас 789 м^3/га. Средний диаметр лиственницы – 59,4 см, средняя высота – 36,7 м, запас – 657 м^3/га [85].

В аналогичных культурах 37 квартала профессором М.Д. Мерзленко в 1973 году заложена постоянная пробная площадь «В-2». Древостой 103-летнем возрасте, по сообщениям М.Д. Мерзленко и П.Г. Мельника, имел состав 9Л1С и общий запас 912 м^3/га. Средний диаметр лиственницы европейской составлял 40,6 см, средняя высота – 30,3 м, запас – 834 м^3/га [84]. В 2000 году пробная площадь расширена. Древостой 130-летнего возраста имел состав 10Л+С$_{ед}$Е, запас 1070 м^3/га и высокую сохранность – 384 шт./га, при этом средний диаметр лиственницы оставлял 44,3 см, средняя высота – 36,2 м, запас – 1036 м^3/га, однако некоторые деревья имели кривоствольность, свойственную судетской форме. В возрасте 144 лет древостой имел аналогичный состав и общий запас 1268 м^3/га, средний диаметр лиственницы – 49,1 см, средняя высота – 38,1 м, запас – 1251 м^3/га. В настоящее время древостой отличается максимальной продуктивностью в условиях Никольской лесной дачи [85].

Посадка лиственницы в смешении с сосной и елью проводилась в 1871 году. В сформировавшихся насаждениях П.И. Ушаковым в 1963 году заложены две постоянные пробные площади «46» (квартал 39) и «1» (квартал 38). Культуры на пробной площади «46» созданы на прогалине. На пробной площади «1» – в виде полосной загущенной посадки вдоль дороги на с. Петровское с первоначальным размещением посадочных мест 1,25×0,75 м. После интенсивных разреживаний размещение составляло 2,5×1,5 м, смешение пород через ряд, чистыми рядами [85]. В 1990 году А.И. Писаренко и М.Д. Мерзленко опубликовали промежуточные результаты роста культур. В возрасте 92 лет древостой на пробной площади «46» имел состав I яруса 8Л2С+$Е_{ед}$Б, II яруса – 10Е и общий запас 1081 м^3/га. Средний диаметр лиственницы европейской – 31,7 см, средняя высота – 30,7 м, запас – 843 м^3/га [110]. В 2000 году пробная площадь расширена. Состав первого яруса 9Л1С+Е, второго – 10Е+КЛО. Средний диаметр лиственницы – 42,1 см, средняя высота – 33,4 м и запас – 880 м^3/га. По данным М.Д. Мерзленко и П.Г. Мельника, в 143-летнем возрасте древостой имел состав I яруса 9Л1$С_{ед}$Е, II яруса – 8Е2КЛО и общую продуктивность 1233 м^3/га, при этом средний диаметр лиственницы составлял 48,9 см, средняя высота – 37 м и запас – 1117 м^3/га [85].

Культуры на пробной площади «1», по данным А.И. Писаренко и М.Д. Мерзленко, в 113 лет имели состав I яруса 9Л1С, II ярус – 10Е. Лиственница европейская имела средний диаметр 36,6 см, среднюю высоту 32,7 м и запас 902 м^3/га, общий запас древостоя – 948 м^3/га [110]. По данным М.Д. Мерзленко и П.Г. Мельника, в 123-летнем возрасте древостой имел состав I яруса 10Л+С и в II – 10Е. Средний диаметр лиственницы составлял 39,1 см, средняя высота – 34,9 м, общий запас древостоя – 1002 м^3/га [85].

В аналогичных культурах в 2000 году П.Г. Мельником и Н.Н. Карасевым заложена постоянная пробная площадь «МП-1» (квартал 38). По данным М.Д. Мерзленко и П.Г. Мельника, в 129-летнем возрасте древостой имел состав I яруса 10$Л_{ед}$С, II яруса – 10Е и общий запас 1183 м^3/га. При этом лиственница европейская имела средний диаметр 41,3 см, среднюю высоту 34,6 м

и запас 1123 м^3/га. В июле 2008 года насаждение пострадало от урагана и количество деревьев лиственницы снизилось с 433 до 297 шт./га. В 143-летнем возрасте состав древостоя остался прежним, средний диаметр лиственницы – 48,6 см, средняя высота – 37,3 м, запас – 973 м^3/га, общий запас древостоя – 1047 м^3/га [85].

В 1872 году заложены культуры посевом семян сосны обыкновенной, лиственницы европейской и ели в равных частях. П.И. Ушаковым в 1952 году заложена постоянная пробная площадь «В-14» (квартал 37). Почва дерново-сильноподзодистая легкосуглинистая на флювиогляциальном песке. На стадии молодняка сосна вытесняла лиственницу и ель. Лиственница заняла господствующее положение в насаждении благодаря интенсивным рубкам сосны в 20-е годы XX века. По данным П.И. Ушакова, в возрасте 80 лет древостой имел состав I яруса 9Л1С, II яруса 10Е$_{ед}$Б и общий запас 749 м^3/га. Лиственница европейская имела средний диаметр 34 см, среднюю высоту 28,5 м и запас 643 м^3/га [171]. В 2000 году пробная площадь расширена, 128-летний древостой имел состав I яруса 10Л+С и II ярус из ели. Средний диаметр лиственницы составлял 48,6 см, средняя высота – 36 м, запас – 1002 м^3/га. По сообщениям М.Д. Мерзленко и П.Г. Мельника, к 134-летнему возрасту лиственница достигла максимальной продуктивности – 1114 м^3/га, при этом сосна полностью выпала из состава древостоя и I ярус представлен только лиственницей, второй ярус – елью. В возрасте 142 лет запас древостоя составлял 831 м^3/га, средний диаметр лиственницы – 56,1 см, средняя высота – 40,3 м и запас – 809 м^3/га [85].

На основании проведенных исследований П.Г Мельник и Н.Н. Карасёв считают, что в условиях свежих суборей (B_2) Никольской лесной дачи нецелесообразно создавать лиственнично-сосново-еловые культуры, так как на первоначальных этапах роста культур наблюдается интенсивная конкуренция между светолюбивыми породами – лиственницей и сосной, а ель, являясь теневыносливой породой, формирует второй ярус естественного происхождения [57].

Лиственница европейская в Никольской лесной даче формирует древостои, не уступающие по производительности культурам лиственницы К.Ф. Тюрмера в Поречье. Произрастая на хорошо дренированных почвах, древостои лиственницы в VII классе возраста сохраняют положительный текущий прирост по запасу стволовой древесины [87]. При анализе материалов постоянных пробных площадей видно, что оба метода создания лесных культур (посев и посадка) по лесоводственному эффекту практически равнозначны [85]. Лиственница европейская превосходит все местные древесные породы как по средней высоте и диаметру, так и по запасу стволовой древесины. В 145-летнем возрасте отдельные крупные деревья достигают диаметра на высоте груди (1,3 м) 106 см и высоты 47 м [87].

По последним данным, возрасте 150 лет наибольшее значение среднего диаметра имел древостой лиственницы европейской на постоянной пробной площади «В-13» – 69,1 см, наименьшее − 48,2 см на ППП «МП-1». Распределение деревьев лиственницы по ступеням толщины на постоянных пробных площадях «1» и «МП-1» близко к нормальному, на остальных опытных участках заметно преобладание крупных деревьев. Наибольшее значение средней высоты составляло 40,4 м (ППП «В-14») наименьшее − 36,8 м (ППП «У-3»). Максимальную продуктивность имели культуры лиственницы на ППП «1» – 1354 м^3/га, минимальная продуктивность отмечена на ППП «В-13» – 534 м^3/га [17; 89]. Высокие таксационные показатели являются убедительным свидетельством успешной адаптации лиственницы европейской к почвенно-климатическим условиям роста на Русской равнине [87].

Культуры лиственницы Сукачёва и европейской, заложенные во второй половине XIX века на территории Природно-Исторического парка «Измайлово» Москвы, являются примером устойчивости лиственницы к рекреационным нагрузкам. В спелых древостоях в 2000-2003 годах заложены постоянные пробные площади. Лесорастительные условия представлены свежими сложными суборями (C_2). По данным П.Г. Мельника и Н.Н. Карасева, лиственничные древостои имели очень высокие таксационные показатели и относились к

I-I_a классу бонитета с запасом стволовой древесины 714-989 м^3/га. Второй ярус естественного происхождения представлен клёном, липой и берёзой, дуб участвует единично. Основными причинами отсутствия ели во втором ярусе являются рекреационная нагрузка и отсутствие источников обсеменения [57; 74].

Широкую известность имеют культуры, созданные в Краснопахорском и Каширском лесхозах Московской области. В Плесковской даче Краснопахорского лесхоза культуры лиственницы европейской в смешении с елью и сосной, произрастающие на дерново-слабоподзолистых почвах, подстилаемых легким покровным суглинком, в возрасте 76 лет имели запас 773 м^3/га, при этом 694 м^3/га приходилось на лиственницу при среднем диаметре 35 см и средней высоте 35 м [144; 160].

По данным профессора В.П. Тимофеева, культуры лиственницы европейской в смешении с сосной во Внуковском лесничестве Москворецкого лесхоза в 35 лет имели запас лиственницы 172 м^3/га, общий запас древостоя составлял 250 м^3/га при средней высоте лиственницы 16,5 м и среднем диаметре 19 см. В процессе роста культур происходило постепенное вытеснение сосны лиственницей [144; 160].

В 1940 году профессором В.П. Тимофеевым обследованы культуры лиственницы европейской в смешении с сосной и елью, произрастающие в Натальинском лесничестве Виноградовского лесхоза. В 50-летнем возрасте культуры имели общий запас 420 м^3/га при среднем диаметре лиственницы 37 см и средней высоте 27,5 м. В процессе роста лиственница вытеснила сосну и ель, в результате чего к 50 годам сформировался сложный древостой с лиственницей в первом, сосной во втором и елью в третьем ярусе. Ряды лиственницы резко выделялись по степени развития и количеству сохранившихся деревьев. Недостатком лиственничного элемента леса в данных культурах является саблевидная форма стволов в комлевой части [149].

Важным объектом, доказывающим высокую производительность лиственниц Сукачёва и европейской в Московской области, являются лесные куль-

туры на территории современного Серебрянопрудского лесничества Каширского лесхоза, расположенного в лесостепной части области. Проведение искусственного лесовосстановления было вызвано недостатком древесины, необходимой для винокуренных заводов графа Шереметьева. Приглашенный для ведения лесного хозяйства лесовод А.Я. Алика, расширил площадь лесов в имении Шереметьевых с 1372 до 1735 га в период с 1885 по 1916 год за счёт создания лесных культур. В результате работы А.Я. Алика к 1917 году было создано 24 га насаждений лиственницы. В дальнейшем лесничим П.А. Смекаевым до 1956 года было создано ещё 29 га насаждений из лиственницы Сукачёва. По данным Н.А. Юрре и П.А. Смекаева культуры лиственницы Сукачёва, произрастающие на серых лесных почвах Серебрянопрудского лесничества в 53-летнем возрасте имели среднюю высоту 27 м, средний диаметр 28 см и запас 706 м^3/га. В том же лесничестве в урочище «Серебрянопрудский лес» на серых лесных суглинках чистые культуры лиственницы европейской, заложенные в 1889 году, в возрасте 68 лет имели запас 1107 м^3/га. Обследования насаждений показали, что лиственница Сукачёва на серых лесных почвах и деградированных чернозёмах по продуктивности превосходит все другие породы [57; 185].

Высокопродуктивные насаждения лиственницы Сукачёва выявлены в Воскресенском лесничестве Коломенского лесхоза. В возрасте 67 лет древостой имел состав 10Л$_{ед}$Е, средний диаметр 31 см, среднюю высоту 25 м и запас стволовой древесины 837 м^3/га [1].

На северо-западе Московской области исследования роста культур лиственницы в 1967 году проведены Н.А. Ботоловым. В Волоколамском, Истринском, Шаховском и Талдомском лесхозах выявлены древостои лиственницы I_a и I_b классов бонитета, отмечено естественное возобновление этой породы. Культуры лиственницы европейской (польской разновидности), произрастающие на дерновых среднеподзолистых почвах на покровном суглинке в 35 квартале Лотошинского лесничества Лотошинского лесхоза к 80 годам имели запас 798 м^3/га, среднюю высоту 29,2 м и диаметр 34,8 см. Расположенные на

соседних выделах сосновый и берёзовый древостои аналогичного возраста имели запас 440 и 290 м^3/га соответственно. В 28 квартале Дедовского лесничества Истринского лесхоза культуры лиственницы сибирской в смешении с сосной и елью, произрастающие на дерново-слабоподзолистых суглинистых почвах, подстилаемых суглинками, в возрасте 25 лет имели общий запас 261 м^3/га. Средний диаметр лиственницы составлял 14,8 см, средняя высота – 14,4 м, запас – 242 м^3/га. При изучении динамики состава и производительности смешанных древостоев севера Московской области за 30-летний период, Н.А. Ботоловым сделаны выводы о преимуществе лиственницы перед местными лесообразующими породами и даны рекомендации к увеличению площади лиственничных насаждений до 63 % в условиях северо-запада Московской области [9; 10].

Приведенные данные об особенностях роста культур лиственниц сибирской, Сукачёва и европейской в Московской области свидетельствуют о высокой продуктивности созданных древостоев. По данным профессора В.П. Тимофеева, в лучших лесорастительных условиях Московской и сопредельных областей лиственница превосходит сосну и ель по интенсивности роста на 20-25 % [148].

РЕЗУЛЬТАТЫ РОСТА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Географическая изменчивость наследственных признаков и свойств лесных пород имеет важное значение для теории и практики лесного хозяйства. Опыты с географическими культурами позволяют в сравнительном плане охарактеризовать рост и продуктивность инорайонных и местных популяций, решить вопросы интродукции, оценить возможности перенесения семян из других регионов, выбрать перспективные экотипы в целях лесовыращивания [5].

Первые опыты по изучению влияния географического происхождения семян на рост древостоев заложены на Лесной опытной даче МСХА профессорами М.К. Турским в 1883-1889 годах и Н.С. Нестеровым в 1891-1892 годах посадкой сосны из семян разного географического происхождения [157]. Географические культуры лиственницы впервые были заложены А.Н. Соболевым в Охтенском учебно-опытном лесхозе в 1911 году. В это же время (1910-1916 гг.) закладку географических культур лиственницы в ряде регионов страны производила Центральная контрольная и опытная станция древесных семян под руководством В.Д. Огиевского. Наибольшую площадь занимают культуры пяти экотипов лиственницы сибирской, заложенные в Лесном опытном лесничестве Ленинградской области, в Брянском опытном лесничестве Брянской области и в Собичском лесничестве Сумской области Украины [94; 148].

Исследования роста географических культур лиственницы сибирской проведены в 1929 году профессором С.А. Самофалом. Изучая рост опытных культур В.Д. Огиевского в Ленинградской и Брянской областях в возрасте 11-12 лет, профессор пришел к выводу, что начиная с первых лет после закладки культур наблюдаются неоднородность роста, различия по продуктивности и устойчивости экотипов. Лиственница сибирская, произрастающая на севере и северо-востоке европейской части России и в Западной Сибири в пределах 56°-64° северной широты и 42°-92° восточной долготы, имеет удовлетворительный рост за пределами своего ареала: в северо-западной области на

60° северной широты и у самых южных границ лесной зоны (52° северной широты). Профессор С.А. Самофал высказывал предположение, что лиственница сибирская может обладать нормальным ростом на юге на свежих почвах. Подтверждением данного предположения является успешный рост культур лиственницы сибирской в Собичском бору и в Брянской области. Обобщив результаты обследований опытных культур, профессор С.А. Самофал подтвердил производственное значение географического происхождения семян лиственницы [131; 148].

В 20-х годах XX столетия в Ленинградской области В.Н. Сукачёвым заложены географические культуры лиственницы сибирской из Монголии, Алтая, Западной Сибири, с Енисея и Байкала [5].

Профессор А.П. Тольский в 1938 году выделил три зоны возможного произрастания культур лиственницы сибирской в европейской части России. На основании исследований средней температуры воздуха, суммы осадков и высоты снежного покрова в границах оптимальных условий естественного произрастания лиственницы А.П. Тольский пришел к выводу, что в европейской части России весь лесной район будет лучшим для разведения лиственницы. Первая зона заключена между 56° и 62° северной широты и граничит с Эстонией, Латвией и Финляндией. В нее входит Республика Карелия, Ленинградская область и юго-западная часть Вологодской области. Вторая зона тянется вдоль первой с востока на запад, южная граница проходит от Гомеля на северо-восток через Брянск, Калугу, Коломну, Муром, Балахну и далее на юго-восток до южной границы ареала. Третья зона тянется полосой с востока на запад вдоль второй зоны. Южная граница третьей зоны проходит от Умани к Белгороду, Пензе, Кинели и Бузулуку [166]. Профессор В.П. Тимофеев на основе изучения лесокультурного опыта выращивания лиственницы на территории европейской части России считал возможным значительно расширить три зоны произрастания лиственницы, выделенные А.П. Тольским для этого географического района [149].

Н.В. Дылис установил, что лиственница сибирская на протяжении обширного ареала не однородна и отличается по ряду признаков, позволяющих выделить в пределах вида несколько географических рас. К примеру, алтайская раса сибирской лиственницы имеет специфические морфологические особенности и изменения био-физиологического порядка, обусловленные особенностями климата Алтая [46; 47]. В опытных культурах профессора В.Д. Огиевского культуры алтайской лиственницы (семипалатинский экотип) полностью выпали в Ленинградской области в 3-летнем возрасте, в Сумской области – к 5-6 годам. В Брянской области данный экотип имел замедленный рост и интенсивное изреживание. Помимо этого, в Ленинградской области отмечаются повреждении алтайской лиственницы заморозками. На основании вышеизложенного профессор С.Ф. Самофал, указывал, что перенесение алтайской лиственницы в европейскую часть России ведет к напрасным затратам труда и времени на интродукцию [5].

Следующий этап изучения внутривидовой изменчивости лиственницы методом географических культур связан с именем В.П. Тимофеева. Изучая рост опытных географических культур лиственницы на Лесной опытной даче МСХА и в Бронницком лесничестве, профессор В.П. Тимофеев установил, что экотипы лиственницы из Горно-Алтайской и Восточно-Казахстанской областей, произрастающие на высоте 800-1000 м и более над уровнем моря, действительно абсолютно непригодны для равнинных условий Московского региона. Культуры указанных экотипов имеют высокий отпад и к 10 годам гибнут. Тем не менее, вывод С.А. Самофала о полной непригодности алтайской лиственницы для выращивания на территории европейской части России В.П. Тимофеев считал недостаточно обоснованным, так как алтайская лиственница по своим наследственным свойствам неоднородна, её изменчивость связана с высотой над уровнем моря места происхождения семян, поэтому при более тщательном изучении можно найти пригодные для разведения в европейской части России популяции, что подтверждается сравнительно хорошим

ростом алтайского экотипа лиственницы сибирской в Пушкинском лесхозе Московской области [5; 148; 149].

Опыты с географическими культурами сосны, ели и лиственницы показали преимущество семян местного происхождения, собранных в лучших насаждениях наиболее продуктивных типов леса и с лучших деревьев [5].

Профессор В.П. Тимофеев указывал, что при выращивании культур лиственницы большое значение имеют географическое происхождение и наследственные особенности экотипов лиственницы, поэтому при выращивании устойчивых и высокопродуктивных древостоев необходим правильный выбор вида и экотипа лиственницы [149; 160]. Из описанных в литературе 20 видов лиственницы к наиболее продуктивным лесообразователям в Московской области В.П. Тимофеев относил лиственницы Сукачёва, сибирскую и европейскую, причем лиственницу Сукачёва происхождением с южной границы естественного произрастания на территории европейской части России (Ивановская, Костромская области), лиственницу сибирскую – с южной части Красноярского края (Ирбейский, Ермаковский районы) и верховьев реки Лены Иркутской области, лиственницу европейскую – из Судетских Карпат и Шотландии. Перспективными видами являются лиственницы польская из Польши и широкочешуйчатая (гибрид между лиственницами шотландской и японской) из Великобритании. По мнению В.П. Тимофеева, использование семян лиственниц сибирской и Сукачёва в Московской области должно быть ограничено 53-57° северной широты [157].

Обобщая данные по интродукции лиственницы в европейской части страны профессор В.П. Тимофеев рекомендовал переносить семена лиственницы по географической широте не более чем на 3°-4° в обе стороны от места их происхождения, по высоте над уровнем моря – не более 300-500 м, при этом в условиях Московской области не желательно разводить лиственницу с высот более 800 м над уровнем моря. Географическая долгота не оказывает при прочих равных условиях существенного влияния на рост и продуктивность лиственничных древостоев [148].

В своих работах 1940-х годов профессор В.П. Тимофеев указывал на необходимость закладки серии географических культур лиственницы, так как экспериментально обоснованных данных о влиянии географического происхождения семян на рост культур лиственницы в то время имелось очень мало. Географические посадки лиственницы профессора В.Д. Огиевского и исследования профессора С.А. Самофала являлись только первой попыткой к разрешению данного важного вопроса. Географические культуры лиственницы, заложенные в России до революции, погибли и многие материалы о влиянии происхождения семян на рост лиственницы были утрачены. Ввиду ограниченности создаваемых и сохранившихся опытов проводимые исследования не могли дать научно-обоснованных результатов [149].

В связи с развитием лесокультурного дела после Великой Отечественной войны и поступлением в центральные регионы России большого количества семян лиственницы из Сибири, Европейского Севера и Урала появилась необходимость поиска перспективных видов и экотипов лиственницы для создания лесных культур [148].

По данным, полученным в результате изучения лесных культур разных видов лиственницы на объектах Московской и других областей, началась планомерная работа по интродукции лиственницы в центральные регионы России [57].

Географические культуры лиственницы были заложены в 1950 году в Серебряноборском опытном лесничестве института леса АН СССР Н.В. Дылисом, В.П. Тимофеевым и Л.Ф. Правдиным, в 1954-1955 и 1958-1963 годах в Бронницком лесничестве Московской области П.И. Дементьевым и В.П. Тимофеевым, в 1955 году в Красно-Тростянецком опытном лесхозе Сумской области Украины В.В. Гурским и в Учебно-опытном лесхозе Воронежского лесотехнического института М.М. Вересиным и Г.И. Дерюжкиным, в 1956 году на Лесной опытной даче ТСХА В.П. Тимофеевым, в 1957-1964 годах в Щёлковском учебно-опытном лесхозе МГУЛ С.С. Лисиным, в 1962 году в Казахстане, в 1966 году в Башкирии, в 1967 году в Архангельской области, Красноярском крае и Забайкалье, в 1968 году в Саратовской, Костромской областях

и Удмуртии, в 1970-1975 годах в Пензенской области [148]. Результаты роста большинства из перечисленных культур приводятся ниже.

Научным коллективом под руководством профессора М.Д. Мерзленко обследованы 68-летние географические культуры лиственницы, заложенные на территории Серебряноборского опытного лесничества Института лесоведения РАН в 1950 году рядовой посадкой 2-летних сеянцев с первоначальной густотой 7 тыс. шт./га на дерново-скрытоподзолистых супесчаных почвах, подстилаемых древнеаллювиальным песком. Лесорастительные условия представлены свежей суборью (B_2). При обосновании и закладке культур принимали участие профессора В.П. Тимофеев, Л.Ф. Правдин и Н.В. Дылис [82; 86]. Н.В. Дылису принадлежит заслуга в доставке для опыта семян с Дальнего Востока и Китая [46].

В географических культурах насчитывается 18 экотипов, относящихся к 14 видам лиственницы: польской, европейской, Сукачёва, сибирской, даурской (Каяндера и Гмелина), Чекановского, амурской, ольгинской, Кемпфера, курильской, принца Рупрехта, Потанина и американской [82; 86].

По средней высоте лидировали экотипы лиственниц Кемпфера с Южного Сахалина (28,6 м) и европейской из Судет (28,6 м), за ними следовала лиственница амурская из Николаевского района Хабаровского края (28 м). Худшие результаты свойственны лиственницам Каяндера из Якутии, Потанина из Сино-Тибетских гор Китая и американской из северо-восточных районов США (20,7-22,6 м) [82; 86].

Максимальные значения среднего диаметра отмечены в культурах лиственниц польской из Скаржиского района Польши (31,3 см) и ольгинской из Ольгинского района Приморского края (30,5 см). Минимальные – в культурах лиственниц Каяндера из Хангаласского района Якутии (19 см), сибирской из Алтайского края (20,9 см) и американской (22 см) [82; 86].

Лидером по производительности являлась лиственница польская из Скаржиского района Польши (812 $м^3$/га). Высокий лесоводственный эффект свойственен этой лиственнице также в географических посадках Бронницкого

лесничества Московской области [57; 73]. Высокопродуктивными являются культуры лиственниц Кемпфера, курильской из Сахалинской области (804 и 772 м^3/га) и европейской из Судет (753 м^3/га). Наихудшие результаты по запасу стволовой древесины имели экотипы лиственницы Каяндера, лиственниц сибирской из Алтайского края и Потанина из Сино-Тибетских гор Китая (147-294 м^3/га) [82; 86]. Следует отметить, что лиственница сибирская не проявила себя положительно также в географических культурах Щёлковского учебно-опытного лесхоза Московского государственного университета леса [76]. На плохую адаптацию и рост алтайской лиственницы в пределах Русской равнины указывают данные С.А. Самофала и Н.В. Дылиса в монографии о сибирской лиственнице [49; 131].

Высокий лесоводственный эффект отмечен у лиственницы амурской николаевской популяции (632 м^3/га) [82; 86]. Такой факт фиксировался ранее в географических культурах Серебряноборского опытного лесничества на стадии молодняка Н.В. Дылисом и В.В. Надеждиным [46; 95]. Высокую продуктивность в 68-летнем возрасте имели культуры лиственницы ольгинской из Приморского края – 620 м^3/га. [62].

На снове проведенных рассчетов исследователи пришли к выводу, что на западе Московской области лучшим ростом и производительностью обладают лиственницы польская, Кемпфера из Сахалинской области и европейская из Судет. Положительный лесоводственный эффект имеют культуры лиственниц амурской, ольгинской и курильской. При этом необходимо учитывать, что в условиях южно-таежной зоны европейской части России дальневосточные виды лиственницы, вслествие продолжительного периода роста, повреждаются ранними осенними заморозками [6]. Отрицательные результаты имеют внутриконтинентальные азиатские экотипы и лиственница американская [82; 86].

Общий вывод исследователей заключается в том, что при создании географических культур необходимо знать и учитывать по каждому экотипу орографический фактор (высоту над уровнем моря, экспозицию склона), а также

эдафический фактор, что может фиксироваться по эдафической сетке Алексеева-Погребняка, отражающей трофность и влагообеспеченность местопроизрастания, т.е. условий, играющих важную роль в лесокультурном деле [78; 82; 86].

Промежуточные результаты роста географических культур лиственницы Бронницкого лесничества обобщены в 1956-1971 годах П.И. Дементьевым и В.В. Надеждиным. По данным исследователей, лучшие показатели роста и продуктивности демонстрировали: лиственница Сукачёва из южных районов европейского ареала (нижегородский экотип), лиственница сибирская с равнин Красноярского края (ирбейский экотип) и лиственница европейская из Карпат (галичский район). Вышеперечисленные экотипы имели наиболее продолжительный рост в течение вегетационного периода и правильное распределение стволов по классам роста. Неудовлетворительный рост имел алтайский экотип лиственницы сибирской, который в 9-ти летнем возрасте едва достигал 50 см в высоту [38; 94].

Ю.Б. Глазуновым совместно с профессором М.Д. Мерзленко и С.Л. Лобовой проведено исследование роста 60-летних географических культур лиственницы, заложенных профессором В.П. Тимофеевым на территории Лесной опытной дачи ТСХА (ныне РГАУ-МСХА) в 1966 году. Саженцы высаживались по углам квадратов 3×3 м, густота посадки составляла 1100 шт./га. Почвы опытного участка – дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые на моренном суглинке. Лесорастительные условия представлены свежей сложной суборью (C_2). Агротехнических и лесоводственных уходов не проводилось. До возраста 50 лет периодически удалялся только сухостой [20; 115].

Культуры включают четыре экотипа: лиственница европейская шотландской формы из Великобритании (Carron Estate Drum), польский подвид лиственницы европейской из Польши (Саржиский район), лиственница сибирская из Республики Хакассии (Сонский лесхоз, ныне Боградский район) и широкочешуйчатая (гибрид лиственницы европейской и японской) из Великобритании (Birkhill Estate) [20].

По результатам обследования культур был сделан вывод, что представленные экотипы существенно различаются по основным показателям роста. Наилучшим ростом и производительностью отличалась лиственница польская. Средний диаметр культур составлял 34,3 см, средняя высота – 30,4 м, запас стволовой древесины – 1105 м^3/га. На второй позиции находилась лиственница широкочешуйчатая (средний диаметр – 29,7 см, средняя высота – 29,9 м, запас – 823 м^3/га). Шотландская и сибирская лиственницы близки по значениям среднего диаметра и высоты на пробных площадях: 27 и 25,3 см; 25,9 и 25,5 м соответственно. Сохранность лиственницы сибирской оказалась значительно меньшей, чем у других экотипов (53,3 %), в результате запас стволовой древесины составлял только 366 м^3/га, в то время как у лиственницы шотландской аналогичный показатель составлял 612 м^3/га [20].

По комплексу показателей роста лидировала лиственница польская, несколько уступала ей лиственница широкочешуйчатая. Значительно отставала в росте лиственница сибирская. Шотландская форма лиственницы европейской немного превосходила лиственницу сибирскую по средней высоте и среднему диаметру, однако имела заметно большую густоту древостоя. Вместе с тем, наличие в экотипе лиственницы шотландской большой доли (27 %) усыхающих деревьев, существенно превышающей таковую в других экотипах, позволило предположить, что изреживание культур произойдет в обозримой перспективе, приблизив шотландскую лиственницу по совокупности показателей роста к лиственнице сибирской [20].

Лиственница польская является перспективной древесной породой для искусственного лесовосстановления. Высокие показатели роста и производительности лиственницы польской отмечены также в других географических культурах Московской области и в пределах ареала [57; 73; 190]. Для области естественного распространения лиственницы польской характерны благоприятные климатические и эдафические условия. Эволюционно сформировавшиеся в этих условиях отличия лиственницы польской закреплены генетически,

что обусловливает возможность ее расширенной интродукции за пределы ареала. Область естественного распространения лиственницы польской входит в зону оптимума в ареале рода *Larix* [20].

П.Г. Мельником и Н.Н. Карасевым в 2005 году приведены результаты обследования географических культур лиственницы в Щёлковском учебно-опытном лесхозе Московской области, заложенных в 1957, 1960 и 1964 годах кафедрой лесных культур МЛТИ под руководством профессора С.С. Лисина. Закладка культур проводилась рядовой посадкой 2-летних сеянцев на трех опытных участках достаточно однородных по рельефу и почвенно-грунтовым условиям. Различия между опытными участками имеются лишь в размещении посадочных мест: в Свердловском лесничестве на участке № 10 размещение посадочных мест – 1,5×0,75 м, густота посадки – 8,9 тыс. шт./га; на участке № 30 размещение посадочных мест – 1×1 м, густота посадки – 10 тыс. шт./га; на участке в Воря-Богородском лесничестве размещение посадочных мест – 2×0,75 м, густота посадки – 6,7 тыс. шт./га. Условия местопроизрастания представлены свежей сложной суборью (C_2). Морфологический профиль – дерново-среднеподзолистый, старопахотный, среднесуглинистый на тяжёлом моренном суглинке [74].

В опытных культурах первоначально испытывались 6 видов и 21 экотип лиственницы. Географический спектр экотипов охватывает ареал произрастания рода *Larix* от Европы на западе до Камчатки на востоке [74].

В ходе выращивания сеянцев погибли почти все экземпляры лиственницы камчатской. Деревья всех экотипов имели отпад в основном спустя несколько лет после закладки культур. Исключением является лиственница сибирская из Восточно-Казахстанской области, полностью выпавшая после посадки. На объекте в Воря-Богородском лесничестве первоначально был заложен экотип лиственницы ольгинской происхождением из Китая. Несмотря на преимущества по росту перед сибирской, лиственница ольгинская практически выпала после засухи 1972 года, в то время как у европейской были отмечены лишь отдельные засохшие экземпляры [74].

Рубки промежуточного пользования на всех исследованных объектах не проводились. В разное время географические культуры изучали А.И. Александров, В.В. Грибков, И.И. Дроздов [76].

За полвека со времени закладки географических культур административная принадлежность пунктов сбора семян претерпела существенные изменения. Синячихинский район Свердловской области в 1959 году перестал существовать, и в настоящее время его территория относится к Алапаевскому району. В 1990 году Хакассия отделена от Красноярского края, Ширинский район отнесен к Республике Хакасии, при этом Сонский лесхоз расположен в Боградском районе. Сокольский район Ивановской области с 1994 года входит в состав Нижегородской области. Читинская область упразднена в 2008 году, ее территория отнесена к Забайкальскому краю. Республика Чехословакия в 1993 году разделена на отдельные государства – Чехию и Словакию.

По данным П.Г. Мельника и Н.Н. Карасева, к 47-летнему возрасту на участке № 10 лучшими по таксационным показателям были лиственницы сибирская из Республики Хакассии (Боградский и Ширинский районы) и Сукачёва из Свердловской области (Алапаевский район). Значительно отставала в росте по средней высоте, среднему диаметру и запасу стволовой древесины лиственница сибирская из Республики Хакассии (Бейский район). Следует отметить, что по данным биометрических измерений, выполненным в 13-летнем возрасте А.И. Александровым, наблюдалась аналогичная тенденция [3; 74].

В опыте, заложенном в 1964 году (участок № 30), на момент обследования лидировала лиственница Сукачёва из Нижегородской области, которая росла по I_a классу бонитета и имела запас 404 м^3/га. Далее со значительным отставанием следовали культуры лиственниц Сукачёва из Свердловской и сибирской из Иркутской областей, однако вышеназванные экотипы имели лучшую сохранность, чем ивановская (нижегородская) лиственница. Наименьший запас стволовой древесины имели экотипы лиственницы Гмелина из Забайкальского и Хабаровского краев (143 и 121 м^3/га), продуктивность которых в 2-3 раза ниже, чем у лучших экотипов лиственниц Сукачёва и сибирской.

Лиственница Гмелина из Республики Бурятии имела хорошие показатели роста и продуктивности, что, возможно, связано с происхождением семян из области интрогрессивной гибридизации по Е.Г. Боброву [8]. Лиственница охотская не имела особых преимуществ по рассмариваемым показателям среди испытываемых происхождений и занимала промежуточное положение (189 м^3/га) [74].

На объекте, заложенном в Воря-Богородском лесничестве, явным преимуществом по росту характеризовалась лиственница европейская из Чехии: при хорошей сохранности, запас стволовой древесины составлял самую максимальную величину из всех испытанных экотипов – 707 м^3/га [74].

На основании вышесказанного, исследователи пришли к заключению, что лучший лесоводственный эффект по запасу стволовой древесины имеют лиственницы европейская из Чехии, Сукачёва из Нижегородской области, сибирская из Боградского района Республики Хакассии. Лиственницы Гмелина и охотская менее предпочтительны в культурах, заслуживают внимания лишь экотипы из области интрогрессивной гибридизации. Нецелесообразно выращивать в Московской области лиственницу ольгинскую, несмотря на хороший рост на стадии молодняка. По сравнению с лиственницей сибирской, она оказалась неустойчивой к засухе [74].

Спустя 10 лет географические культуры повторно обследованы П.Г. Мельником совместно с профессором М.Д. Мерзленко и С.Л. Лобовой. Обследованы культуры 6 видов и 14 экотипов лиственницы: европейской из Чехии, Сукачёва из Ивановской (ныне Нижегородской) области и 2 экотипа из Свердловской области, сибирской из Красноярского края и 4 экотипа из Республики Хакасии, Чекановского из Иркутской области и Республики Бурятии, Гмелина из Забайкальского и Хабаровского краев, Кемпфера из Сахалинской области [76].

Согласно полученным исследователями данным, по средней высоте лидирующие позиции заняли культуры лиственниц Кемпфера из Сахалинской

области – 26,9 м, Чекановского из Бурятии – 24,9 м, Сукачёва из Нижегородской области – 24 м и европейской из Чехии – 23,9 м. Наименьшее значение средней высоты имели культуры лиственницы сибирской из Республики Хакассии (Бейский район) – 18,7 м [76].

По среднему диаметру наилучший результат отмечен у лиственницы Сукачёва из Нижегородской области – 35,7 см. Незначительно уступал экотип лиственницы Кемпфера из Сахалинской области – 32,2 см. Наименьшие значения показателя имели экотипы лиственниц Сукачёва из Свердловской области (Алапаевский район) – 17,8 см и сибирской из Республики Хакасии – 17 см (Бейский район) и 16,9 см (Боградский район) [76].

Наибольшую продуктивность имели культуры лиственниц европейской из Чехии – 665 м^3/га и Сукачёва из Нижегородской области – 650 м^3/га. Минимальный запас стволовой древесины имели экотипы лиственницы Гмелина из Забайкальского края – 263 м^3/га, Хабаровского края – 182 м^3/га и лиственницы сибирской из Республики Хакассии (Бейский район) – 245 м^3/га. Наименьшую сохранность деревьев имели дальневосточные экотипы, наибольшую – лиственницы европейская из Чехии и сибирская из Сонского лесхоза Республики Хакассии (Боградского района). При очень хорошей сохранности культур лиственницы сибирской, запас стволовой древесины формируется большой численностью маломерных стволов, тогда как лиственница Кемпфера (тонкочешуйчатая, или японская) сформировала искусственный древостой с гораздо меньшим запасом, но очень крупными стволами. Объём ствола среднего дерева у них составлял 0,21 и 1,16 м^3 соотвественно. К числу лучших экотипов, как по объёму ствола среднего дерева, так и по средней высоте и среднему диаметру, следует отнести лиственницу Сукачёва из Сокольского района Нижегородской области, лиственницу Чекановского из Бурятии и лиственницу Кемпфера из Сахалинской области [76].

Лучшая сохранность, как правило, не указывает на хорошие показатели роста и производительности. Оптимум густоты стояния в 50-летних культурах

лежит в диапазоне 340-595 стволов на 1 га. При большей густоте стояния наблюдается резкое снижение показателей роста [76].

Особая ценность лиственницы Сукачёва из Ивановской (ныне Нижегородской) области объясняется тем, что семена для создания географических культур получены с территории, на которой в 1795-1802 годах выделена лиственничная корабельная роща площадью 2000 га. В 1964 году в Сокольском районе с целью сохранения и расширения ценного генофонда лиственницы создан Волжский опытно-показательный спецсемлесхоз и в 1983 году выявлен ценный селекционно-генетический фонд из 123 плюсовых деревьев, включённых в государственный реестр [139].

Интенсивный рост в условиях Щёлковского учебно-опытного лесхоза отмечен у лиственницы Кемпфера. На Лесной опытной даче РГАУ-МСХА лиственница японская (Кемпфера) также отличалась хорошим ростом до 30-летнего возраста, однако не выдержала засухи 1938-1939 годов и усохла [157]. Это обстоятельство явилось причиной не рассмотрения данного вида для интродукции на территорию Московской области, и в итоговой работе профессора В.П. Тимофеева о лиственнице Кемпфера уже не упоминалось [76; 148].

На основании вышеизложенного, исследователи пришли к выводу, что из представленных видов и экотипов, лучшим ростом и высокой продуктивностью на северо-востоке Московской области характеризуются культуры лиственниц европейской, Сукачёва и Кемпфера, занимая лидирующие позиции почти по всем таксационным показателям. В целях выращивания крупномерной древесины наиболее перспективными являются лиственницы Сукачёва (Нижегородская область) и Кемпфера, формирующие к 50-летнему возрасту максимальную величину объёма ствола среднего дерева среднего, достигающую 1,14-1,16 м^3 [76].

С.С. Багаевым приведены результаты обследования 45-летних культур лиственницы в Костромской области, заложенных в 1968 году сотрудниками Костромской лесосеменной станции под его руководством в 128 квартале Су-

щевского лесничества Костромского лесхоза, расположенном в 30 км от Костромы. Схема посадки – 1,5×1,5 м, начальная густота культур составляла около 4,5 тыс. шт./га. Местоположение участка – возвышенное, рельеф – равнинный, почва – дерново-подзолистая, супесчаная, слабооподзоленная [6].

В составе географических культур испытывается 6 видов и 18 экотипов (27 популяций) лиственницы: европейская – латвийский экотип; курильская – сахалинский экотип; даурская – якутский экотип; сибирская – архангельский, кировский, чувашский, горно-алтайский, восточно-казахстанский, ивановский и ярославский экотипы; Сукачёва – архангельский, башкирский, челябинский, удмуртский, свердловский, ивановский и эстонский экотипы; японская – сахалинский экотип. Заложенные культуры находятся у юго-западной границы ареала лиственницы Сукачёва [6].

Географические культуры обследовали в возрасте 13, 15, 23, 32 и 45 лет. При обследовании 32-летних культур отмечено выпадение следующих популяций лиственницы сибирской: Переславской из Ярославской области, Журавлихинской из Восточно-Казахстанской области, Усть-коксинской, Онгудайской и Шебалинской из Республики Алтай, Панинской из Ивановской области (один блок). На выпавших участках возобновилась берёза [6].

По результатам обследования культур в 45-летнем возрасте С.С. Багаев пришел к выводу, что в условиях Костромской области лучшими следует признать семенные потомства лиственницы Сукачёва из междуречья Унжи и Ветлуги. Достаточно высокой приживаемостью, интенсивностью роста, сохранностью и высокой продуктивностью отличались следующие популяции экотипов лиственницы Сукачёва: Тимрянская из Республики Башкортостан – 596 м^3/га, 32,7 %, Волжская и Шомохтинская из Ивановской области – 579 м^3/га, 35,1 % и 575 м^3/га, 36,2 % соответственно. Наименьшей производительностью и сохранностью характеризовались следующие популяции: Угалинская из Свердловской области – 118 м^3/га, 12,7 %, Веселовская и Саткинская из Челябинской области – 239 м^3/га, 25,6 % и 244 м^3/га, 22 % соответственно. Остальные экотипы и популяции заняли промежуточное положение

[122]. По другим таксационным показателям у популяций различия несущественные. Большинство экотипов лиственницы Сукачёва превосходило варианты лиственницы сибирской по приживаемости, сохранности, росту, производительности древостоев и показателям качества стволов [6].

Среди экотипов лиственницы сибирской хорошим ростом на стадии молодняка, максимальной производительностью и высокой сохранностью отличались культуры из Кировской области (Малмыжская популяция) – 511 м^3/га, 25,5 % и Ивановской области (Комсомольская популяция) – 294 м^3/га, 26,4 %, адаптированные к местным условиям после интродукции. Наименьшими показателями характеризовались следующие популяции: Панинская из Ивановской области – 74 м^3/га, 7,9 %, Шебалинская из Республики Алтай – 95 м^3/га, 9,7 % и Антарская из Республики Чувашии – 115 м^3/га, 13,6 % [6].

Высокая энергия роста на стадии молодняка характерна для лиственницы европейской из семян, полученных из Латвии (Даугавпилская популяция). Дальневосточные виды лиственницы (даурская, курильская и японская) в условиях Костромской области неперспективны т.к. повреждаются ранними осенними заморозками из-за продолжительного периода роста. Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения экотипов лиственницы на популяционном уровне [6].

М.А. Николаевой совместно с Л.В. Орловой, А.А. Крестьяновым и Д.Н. Каматовым приведены результаты исследований, выполненных в 48-50-летних географических культурах лиственницы в Уфимском лесничестве Республики Башкортостан. Культуры заложены в 1966 году под руководством профессора В.П. Тимофеева и Г.Ф. Свистуна на притеррасной пойме р. Белой с абсолютной высотой над уровнем моря 240 м [102; 103].

Культуры каждого экотипа заложены рядовой посадкой 2-летних сеянцев лиственницы в смешении с липой мелколистной и елью сибирской (1Л3Е2ЛП) в однократной повторности на площади 0,5 га (100×50 м) с расстоянием между рядами 2,5 м. Сеянцы лиственницы высаживали в один ряд с ли-

пой (1Л2ЛП) с шагом посадки 0,65-0,7 м. Ряды лиственницы и липы чередуются с рядами ели, шаг посадки ели – 0,75 м. Густота посадки культур составляла 6 тыс. шт./га, в том числе лиственницы – 1,1, липы – 2,2, ели – 2,7 тыс. шт./га. Уход за культурами выполнялся в течение первых трех лет. Лесорастительные условия представлены свежей сложной суборью (C_2), Почвы участка представлены слабовыщелоченными, тяжелосуглинистыми луговыми черноземами, сформировавшимися на аллювиально-делювиальных карбонатных породах, рельеф – равнинный [103].

На объекте испытывается 26 экотипов с видовой принадлежностью: лиственница Сукачёва – 17 экотипов из Республики Башкортостан и 1 – из Челябинской области; лиственница сибирская – 6 экотипов из Иркутской области, Красноярского края, Горного Алтая, Республик Хакасии и Тыва и из географических культур Бронницкого лесничества Московской области; лиственница европейская – 1 экотип из Ивано-Франковской области Украины; лиственница широкочешуйчатая (*Larix marschlinsii* Coaz × *Larix eurolepis* A. Henry) из Лесной опытной дачи Тимирязевской сельскохозяйственной академии, исходно происходящая из Великобритании [20; 103].

Предыдущие обследования лесных культур проводились в 1995-1997 годах под руководством П.Д. Андрианова [5]. В 2013-2015 годах сотрудниками Центра защиты леса Республики Башкортостан выполнено обследование культур и опубликованы краткие сведения о развитии участвующих в опыте экотипов [102].

По данным авторов, сохранность культур в 50-летнем возрасте варьировала в пределах от 2 до 50 % и составляла в среднем 24,9 %. В экотипах с хорошей сохранностью лиственница вышла в I ярус, а липа либо выпала, либо сформировала II ярус не являясь конкурирующей породой. В культурах с низкой и очень низкой сохранностью на месте посадки смешанных культур отмечено преобладание березы, липы и ясеня. Ель встречается единично [103].

За последние 20 лет авторами отмечен значительный отпад (40-60 %) в нескольких башкирских (до уровня сохранности 30-35 %) и челябинском (до

уровня 10 %) экотипах, что определяется не столько географическим происхождением семян, сколько отсутствием осадков в результате засухи 1998 и 2010 гг. и особенностями почвенного плодородия [103].

Для выращивания высокопродуктивных культур лиственницы в условиях Башкирского Предуралья целесообразно использование семян лиственницы Сукачёва и ее гибридных форм с лиственницей сибирской с допустимыми расстояниями перенесения семян по отношению к району их использования: ориентировочно с юга – до 2°, с севера – до 1°, с востока – до 3° 40′. Наиболее высокой сохранностью (30-50 %) и успешным ростом характеризовалось потомство лиственницы Сукачёва, происходящее из более южных районов (53°-54° 10′ с. ш.) по отношению к месту испытания. К середине III класса возраста лучшей сохранностью (40-50 %) и успешным ростом отличались башкирские популяции лиственницы Сукачёва из Хамитовского, Бурзянского и Зигазинского лесхозов. Не уступала перечисленным экотипам лиственница сибирская из Сонского лесхоза Республики Хакасии (Боградский район). Семенной материал этого экотипа требует дополнительных испытаний и может оказаться перспективным. На второй позиции находились культуры из Бронницкого лесничества Московской области. Использование семян лиственницы европейской нецелесообразно т.к. культуры характеризуются средней продуктивностью. Разница в высоте над уровнем моря в районе заготовок семян и в районе создания культур не должна превышать 500-550 м [103].

Высокую адаптационную способность продемонстрировало потомство лиственницы широкочешуйчатой из Великобритании, материнский древостой которой испытал на Лесной опытной даче МСХА спонтанное переопыление и в 60-летнем возрасте, по данным Ю.Б. Глазунова, имел высокую продуктивность [20]. По мнению исследователей, смешение генотипов в первом поколении культур и проявление гетерозисного эффекта оказали положительное влияние на развитие культур II поколения (лиственница Маргелинда) в условиях Башкирского Предуралья [103].

На протяжении последних 20 лет прослеживается слабая доля влияния географического происхождения семян на развитие культур. С удалением мест происхождения экотипов от района испытания на восток темпы роста у потомства снижаются. Заготовка семенного материала в высокопродуктивных древостоях, произрастающих на высоте над уровнем моря, не превышающей допустимую для района испытания, способствует более успешной сохранности и росту будущих поколений культур [103].

Морфологический анализ шишек показал, что в Башкирском Предуралье произрастают лиственницы Сукачёва, сибирская и гибридные формы этих видов с различной долей участия генов одного или другого вида. В образцах шишек из поселка Заповедник отмечено влияние гибридизации с лиственницей даурской. В культурах из Ирбейского лесхоза Красноярского края присутствуют шишки лиственницы Чекановского, что свидетельствует о доле участия этой лиственницы в составе лесов по правобережью Енисея севернее 55° 30′ с. ш. и восточнее 95° 20′ в. д. [103].

Ряд авторов указывает на более успешный рост лиственницы в лесах Башкирии и Южного Урала в чистых древостоях и при создании чистых лиственничных культур [64; 173]. В условиях Оренбургской области, с ухудшением условий произрастания, лиственница растет лучше в чистых культурах, но при лучших почвенно-климатических условиях хорошо развивается и в смешанных культурах [7]. По мнению М.А. Николаевой и др., при создании смешанных культур лиственницы в условиях Башкирского Предуралья в качестве сопутствующей породы целесообразно использовать липу мелколистную [103].

Н.В. Демичевой совместно с профессором В.А. Гущиной и Н.И. Остробородовой приведены результаты обследования географических культур лиственницы, заложенных в 1970 и 1975 годах под руководством А.Т. Степанова на территории Ахунского лесхоза Пензенской области. Согласно последнему лесоустройству объект расположен в 10 выделе 249 квартала Засурского участкового лесничества Ахунско-Ленинского лесничества [42].

Семена лиственниц сибирской и даурской из 31 географического пункта России получены в 1968 году и высеяны в питомнике Светло-Полянского лесничества [137]. Закладка культур проведена в 1970 году рядовой посадкой 2-летних сеянцев в пределах блоков с размещением 3×0,7 м. Площадь блоков составляет от 0,05 до 0,7 га. Между блоками оставлены просеки шириной 3 метра [45]. Площадь культур в 1970 году составляла 8 га. Через пять лет по аналогичной технологии на оставшейся площади в 3,6 га заложены дополнительные культуры. Общая площадь насаждений составляла 11,6 га. Положение участка возвышенное, с высотой 128 м над уровнем моря, на гребне платообразующей поверхности с общим уклоном до 1°. Почвенный покров представлен серыми лесными супесчаными свежими почвами с глинистыми прослойками. Тип лесорастительных условий – свежие субори (B_2). Уровень грунтовых вод находится в пределах 20 метров от поверхности почвы. По лесорастительному районированию территория относится к западной лесостепи Среднего Поволжья [42].

Первый лесоводственный уход лиственницы проведен вместе с вырубкой быстрорастущих лиственных пород в 1991 году. Мероприятия по уборке мягколиственных пород по контурам и внутри культур возобновились в 2010 году и проводились по возможности без повреждения лиственницы [42].

Ряд экотипов лиственниц сибирской и даурской выпали за период с 1975 по 2003 годы. Причины гибели культур исследователям установить не удалось. На момент обследования в 2012 году на плантации представлено 17 экотипов в трех повторностях, из них 12 экотипов лиственницы сибирской и 5 – лиственницы даурской [42].

Сохранность деревьев в экотипах находилась в диапазоне от 6 до 34 % и составляла в среднем 23,7 %. В культурах лиственницы сибирской наибольшую сохранность имели экотипы из Республики Хакасии (34,4 %), Новгородской (32,5 %) и Иркутской (32 %) областей. Сохранность культур из Пензенской области составляла 26,6 %. Минимальную сохранность имели культуры

из Красноярского края – 6 %. Сохранность лиственницы сибирской из Республики Бурятии составляла 19-21,5 %, из Республики Саха (Якутия) – 14,5 %. В культурах лиственницы даурской максимальная сохранность отмечена в экотипах из Хабаровского края – 26,5 %, Забайкальского края – 24 % и Амурской области – 20 % [42].

При сравнении экотипов по средней высоте установлено, что культуры лиственницы сибирской из Республики Хакассии и Красноярского края имели максимальные и практически одинаковые значения показателя – 16,30 и 16,28 м, а культуры лиственницы даурской из Амурской области – 16,10 м. Вышеперечисленные экотипы существенно превысили среднюю высоту культур из Пензенской области (15,13 м). Значительно отстали в росте культуры из Республики Саха (Якутия) и Иркутской области – 13,90 и 14,10 м соответственно. Лиственница даурская из Хабаровского края имела почти одинаковую среднюю высоту в сравнении с пензенским экотипом лиственницы сибирской [42].

По среднему диаметру девять экотипов превысили экземпляр из Пензенской области (14,10 см) на 0,80-2,56 см, причем наибольшее значение показателя имела лиственница даурская из Забайкальского края – 16,66 см, а наименьшее – аналогичная лиственница из Хабаровского края – 14,9 см. Высокие значения показателя имели культуры лиственницы сибирской из Республик Бурятии и Хакассии – 15,96 и 15,89 см соответственно. Экотип лиственницы даурской из Амурской области превысил пензенский экземпляр сибирской лиственницы на 1,60 см. Наименьшие значения показателя имели культуры лиственницы сибирской из Иркутской области – 13,60 см и Республики Саха (Якутия) – 13,10 см. У этих экотипов отмечены максимальные значения объема ствола среднего дерева – 0,1 и 0,08 м^3 [42].

Объем ствола среднего дерева пензенского экотипа лиственницы сибирской составлял 0,12 м^3. На 0,01-0,04 м^3 по сравнению с ним отмечено превышение у девяти экотипов. Наибольшие значения показателя стволовой продуктивности имели культуры лиственницы даурской из Забайкальского края,

Амурской области и лиственницы сибирской из Новгородской области – 0,16 м^3. Высокие значения показателя отмечены также в культурах лиственницы сибирской из Республик Бурятии и Хакассии – 0,15 м^3 [42].

Проанализировав таксационные показатели экотипов в составе географических культур, исследователи пришли к выводу, что лучшим экотипом, произрастающим на территории Пензенской области, является экземпляр лиственницы сибирской из Республики Хакассии, так как на момент обследования культуры имели наибольшую сохранность и высокие значения средней высоты, среднего диаметра и объема ствола среднего дерева. Экотипы лиственницы даурской характеризовались низкой сохранностью. Географические культуры находятся в удовлетворительном состоянии и вполне пригодны для дальнейших научных исследований с целью определения экотипов с наилучшими показателями и разработки рекомендаций по лесосеменному районированию [42].

Промежуточные результаты роста географических культур, созданных в Воронежской области Р.И. Дерюжкиным под руководством М.М. Вересина приведены Р.И. Дерюжкиным [43]. Культуры созданы посадкой по схеме 1,5×0,5 м на двух опытных участках, различающихся по лесорастительным условиям. В 54 квартале Правобережного лесничества – в условиях свежей дубравы (D_2), в 7 квартале Животиновского лесничества – в условиях свежей субори (B_2) [15; 16].

В составе географических культур Правобережного лесничества испытывается 10 экотипов лиственницы сибирской (3 экземпляра из Иркутской области, 4 – из Республики Хакассии и по одному из Республик Алтай, Тыва и Красноярского края), 5 экотипов лиственницы Сукачёва (из Архангельской, Свердловской, Ивановской, Челябинской областей и Прибалтики) и по одному экотипу лиственниц европейской (из Прибалтики) и даурской (из Республики Бурятии). В Животиновском лесничестве произрастают 5 экотипов листвен-

ницы сибирской (по два экземпляра из Иркутской области, Республики Хакассии и один – из Красноярского края) и 4 экотипа лиственницы Сукачёва (из Архангельской и Свердловской областей, Пермского края и Прибалтики) [15].

На стадии молодняка хорошим ростом и высокой продуктивностью отличались экотипы лиственницы сибирской из Иркутской области и Красноярского края, происхождением приблизительно с той-же географической широты (52°-54°), что и место закладки опыта [43]. В возрасте 14 лет культуры достигли средней высоты 8-9 м, среднего диаметра 7-8 см и запаса около 100 м^3/га. Интенсивный рост имели культуры лиственницы Сукачёва из Ивановской области, несколько уступая вышеуказанным экотипам лиственницы сибирской. Лучшими показателями роста и продуктивности отличалась лиственница европейская из Прибалтики. Культуры имели среднюю высоту 9-11 м, средний диаметр 9-10 см, и запас более 130 м^3/га. Недостатком этих культур является низкое качество стволов. Неудовлетворительным ростом характеризовались высокогорные экотипы лиственниц сибирской из Горного Алтая, Восточного Казахстана и даурской из Бурятии [5; 43].

На основании проведенного обследования Р.И. Дерюжкин сделал предположение о том, что лесокультурные свойства лиственницы сибирской применительно к условиям Воронежской области улучшаются при движении из гор в равнины, т.е. зависят от высоты над уровнем моря места происхождения семян. Устойчивость экотипов лиственницы Сукачёва повышается по направлению с С-В на Ю-З [5; 43].

Т.Е. Галдиной приведены результаты роста 60-летних культур. Полученные результаты обследования экотипов позволяют отметить, что на продуктивность лиственницы в разных условиях произрастания оказывают существенное влияние видовая принадлежность и географическое положение материнского древостоя, с которого собраны семена [15].

Наилучшие результаты в условиях свежей дубравы (D_2) Правобережного лесничества имели культуры лиственницы сибирской из Иркутской области 56-59° с. ш. (сохранность – 10 %; $D_{ср}$ = 18,8 см; $H_{ср}$ = 24,7 м;

М = 409 м^3/га), из Республики Хакассии – травяной тип леса (сохранность – 14 %; $D_{ср}$ = 18,3 см; $H_{ср}$ = 20,4 м; М = 579 м^3/га) и горно-травяной (сохранность 11 %; $D_{ср}$ = 19,7 см; $H_{ср}$ = 19,9 м; М = 491 м^3/га), лиственницы Сукачёва из Прибалтики 57-59° с. ш. (сохранность – 9 %; $D_{ср}$ = 21,3 см; $H_{ср}$ = 22,6 м; М = 505 м^3/га), Ивановской области 57-58° с. ш. (сохранность – 10 %; $D_{ср}$ = 19,9 см; $H_{ср}$ = 21,5 м; М = 480 м^3/га) и Челябинской области 55° с. ш. (сохранность – 9 %; $D_{ср}$ = 21,4 см; $H_{ср}$ = 22,7 м; М = 449 м^3/га), лиственницы европейской из Прибалтики (сохранность – 10 %; $D_{ср}$ = 21,1 см; $H_{ср}$ = 23,3 м; М = 577 м^3/га). Наибольшую продуктивность имела лиственница сибирская из Республики Хакассии (травяной тип леса) – 579 м^3/га, а также лиственницы Сукачёва и европейская из Прибалтики (505 и 577 м^3/га). Низкой сохранностью и продуктивностью отличались культуры лиственницы сибирской из Республики Алтай 49° с. ш. – 6 % и 297 м^3/га. Лиственница даурская из Республики Бурятии отличалась также низкими таксационными показателями. На пробной площади сохранилось не более 2 % деревьев [15].

В условиях свежей субори (B_2) Животиновского лесничества лучшими являлись экотипы лиственницы сибирской из Республики Хакассии 53-55° с. ш. (сохранность – 7 %; $D_{ср}$ = 21,7 см; $H_{ср}$ = 21,8 м; М = 404 м^3/га) и Иркутской области 56-59° с. ш. (сохранность – 5 %; $D_{ср}$ = 22,4 см; $H_{ср}$ = 21,2 м; М = 319 м^3/га). Менее продуктивной оказалась лиственница из Республики Хакассии (горно-степной тип леса) – сохранность составляла 2,5 %; $D_{ср}$ = 23,6 см; $H_{ср}$ = 20,8 м; М = 176 м^3/га. Среди культур лиственницы Сукачёва лучшими являлись экотипы из Прибалтики 57-59° с. ш. (сохранность – 7 %; $D_{ср}$ = 25,6 см; $H_{ср}$ = 22,4 м; М = 612 м^3/га) и Пермского края 57-58° с. ш. (сохранность – 8 %; $D_{ср}$ = 20,6 см; $H_{ср}$ = 21,1 м; М = 455 м^3/га). Самые низкие показатели отмечены в культурах из Архангельской области 61-64° с. ш. (сохранность – 2 %; $D_{ср}$ = 22,6 см; $H_{ср}$ = 20,6 м; М = 92 м^3/га), характеризовавшихся низкой сохранностью в данных условиях [15].

По результатам проведенного исследования Т.Е. Галдина пришла к выводу, что лиственница, произрастая в условиях центральной лесостепи, характеризуется достаточно высокими таксационными показателями. Опираясь на полученные результаты обследования 60-летних культур лиственницы различного происхождения, можно рекомендовать лиственницы Сукачёва и сибирскую для внедрения в лесные культуры, а также для полезащитного лесоразведения. Рекомендуется завозить семена лиственницы сибирской из Республики Хакассии и Иркутской области, лиственницы Сукачёва из Прибалтики, Пермского края, Ивановской области и европейской лиственницы из Прибалтики. Не рекомендуется создавать лесные культуры лиственницы даурской, так как устойчивость этого вида в условиях центральной лесостепи очень низкая [15].

На основании приведенного материала, необходимо отметить, что в условиях Башкирского Предуралья, центральной лесостепи и западной лесостепи Среднего Поволжья перспективным лесообразователем является лиственница сибирская из равнинных районов Республики Хакассии. Лучшей популяцией является лиственница из Сонского лесхоза Боградского района.

В условиях Московской и Костромской областей наибольшей продуктивностью отличается лиственница европейская (судетская форма) и Сукачёва из Нижегородской и Ивановской областей. Перспективной породой в Московской области является лиственница польская. Лиственница сибирская из Республики Хакассии характеризуется средней продуктивностью и заглушается аборигенными хвойными породами при участии в составе древостоев до 5 единиц [74; 83]. В Солнечногорском опытном лесхозе отмечено снижение интенсивности прироста смешанных лиственнично-еловых культур после 30 лет и выпадение хакасской лиственницы из состава древостоев вследствие угнетения елью. Лиственница ольгинская и Кемпфера в Московской области являются неустойчивыми к засухе. В условиях Костромской области культуры лиственницы Кемпфера повреждаются ранними осенними заморозками из-за продолжительного периода роста.

Неперспективными на обследованных объектах являются лиственница даурская, а также лиственница сибирская из Республики Алтай. По данным В.В. Гурского, северные и горные экотипы лиственницы также не пригодны для лесных культур в условиях лесостепи Украины [33].

В условиях Ленинградской области рекомендованы для лесоразведения лиственницы сибирская из Иркутской области и Красноярского края, Сукачёва – из Ивановской и Свердловской областей. На европейском севере (Архангельская область, Республика Карелия) лучшими являются лиственницы сибирская из Ленинградской области (из культур) и Иркутской области, Сукачёва – из средней подзоны тайги Свердловской области. Меньшую устойчивость имеют дальневосточные виды. Непригодны для культивирования лесостепные и горные экотипы лиственницы сибирской [5].

В будущем необходимо продолжать исследования лесоводственных и биологических свойств экотипов, включая комплекс показателей и факторов, позволяющих наиболее точно оценить экологическую пластичность и устойчивость экотипов в конкретных условиях произрастания.

БОЛЕЗНИ И ВРЕДИТЕЛИ ЛИСТВЕННИЦЫ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Болезни лиственницы

Основные болезни лиственницы описаны профессором В.П. Тимофеевым в 1977 году [148]. Наиболее опасным заболеванием является лиственничный рак, вызываемый сумчатым грибом (*Dasyscypha willkommii* Hart.). Заболевание вызывает повреждения и усыхания деревьев, распространено в насаждениях, произрастающих в пониженных местоположениях на переувлажненных почвах.

Известны массовые заболевания лиственницы раком в Европе и США. В.П. Гречкин в 1949 году изучил заболевание раком лиственницы сибирской в смешении с тополем и ясенем американским в Прилукской лесной даче Минского лесхоза, с березой в Жерновском лесничестве Осиповичского лесхоза Белоруссии, в Красно-Тростянецком лесхозе Сумкой области Украины и в Бузулукском бору Самарской области [27]. П.С. Глуховский в 1957 году описал раковые заболевания лиственницы сибирской в Минском лесничестве Белоруссии, где исследователем обнаружены пораженные раком древостои лиственницы на площади свыше 60 га [22].

Сумчатый гриб развивается как сапротроф на сухих ветвях и переходит с них в ствол деревьев лиственницы в возрасте от 3 до 40 лет. По данным профессора В.П. Тимофеева, в 1961 году наблюдалось массовое заболевание 10-15-летних культур лиственницы сибирской в смешении с сосной в условиях сырого и влажного климата на мелких почвах в лесхозе Пярну на берегу Балтийского моря, в лесхозе Эльва среди больших озёр, а также в средневозрастных культурах лиственницы европейской в парке Тихеметса Эстонии. В молодняках отмечено преждевременное пожелтение и опадение хвои (в июле и первой половине августа), усыхание боковых и верхушечных побегов последних двух лет, появление новой длинной хвои на стволах и усыхание большинства деревьев. На средневозрастной лиственнице европейской в парке Ти-

хеметса найдены плодовые тела гриба, вздутие ветвей, трещины на коре, выделение смолы и чашевидные апотеции, которые представляют собой чашечки диаметром 2-4 мм, сидящие на очень коротких ножках. Наружная поверхность покрыта белыми волосками, внутренняя часть оранжевая, края поверхности несколько загибаются внутрь чашечки, плодовые тела имеют вид оранжевых овалов неправильной формы с белыми закрайками. Апотеции гриба появляются на отмершей части ствола и образуются в течение всего года. Болезнь может продолжаться на протяжении многих лет [148].

Более подробно заболевания лиственницы раком в Эстонии описаны Л. Мюсте и Х. Павесом. Исследователи подчеркивают большую устойчивость лиственниц курильской и японской против рака [106; 148].

В 1969 году наблюдалось массовое заболевание раком 40-50-летних древостоев лиственницы сибирской в Прилукской лесной даче Минского лесничества. На площади около 3 га почти все деревья имели на стволах и ветвях плодовые тела. Примыкающий древостой лиственницы европейской более старшего возраста не имел признаков заболевания и характеризовался высокой продуктивностью – 500 м^3 и имел средний прирост около 8 м^3. В.Н. Шафранская, описывая заболевание лиственницы раком в Минском лесхозе, отметила более высокий процент зараженных деревьев в чистых густых культурах, прежде всего поражались угнетенные и отставшие в росте деревья [148].

Интенсивное распространение заболевания отмечено в условиях, не отвечающих биологическим и экологическим требованиям отдельных видов и экотипов лиственницы: в местах с застойным и влажным воздухом, на тяжёлых и переувлажненных почвах с низкой аэрацией, в чистых густых древостоях при наличии большого количества деревьев низших классов роста, а также при произрастании лиственницы с несовместимыми с ней породами.

По мнению Х. Эйзенрейха, рак лиственницы и другие заболевания наиболее часто развиваются в ослабленных древостоях, произрастающих в неудовлетворительных почвенных, лесорастительных или климатических усло-

виях, или повреждённых неправильным уходом [184]. Примером несоответствия биологических особенностей лиственницы условиям выращивания служит описанный выше случай заболевания сибирской лиственницы из семян континентальной Хакасии, культивируемой в сыром климате на мелких почвах, образовавшихся на месте отступившего Балтийского моря в лесхозе Пярну Эстонии [148].

Наиболее эффективными мерами борьбы с лиственничным раком, по данным профессора В.П. Тимофеева, являются предупредительные мероприятия, выбор видов и экотипов, отвечающих климатическим и лесорастительным условиям, закладка культур в местах с хорошим обменом воздуха, на глубоких почвах с хорошей аэрацией и в смешанных древостоях, с применением вышеописанной агротехники. На территории России заболевание лиственницы раком отмечено только в местах с сырым и влажным климатом. Важным мероприятием для выращивания здоровых и высокопродуктивных древостоев лиственницы является обрезка сухих сучьев и усыхающих ветвей, через которые споры гриба проникают в ствол дерева. При обрезке сучьев, по данным В.Н. Шафранской, целесообразно обматывать раны садовым карболинолеумом [148].

Рак лиственницы поражает молодняки. Развитие заболевания длится десятилетиями и протекает на более взрослых деревьях; развивается на стволах сибирской лиственницы примерно с конца I до середины II классов возраста. Плодовые тела гриба – многолетние; с ростом дерева заглубленные к середине овальные раковые раны с концентрической слоистостью древесины открываются, т.к. отмершая кора над ними растрескивается и отпадает. В месте раковой раны (нередко даже 2-3 раны), расположенной на высоте 1,5-3 м, ствол дерева III-IV классов возраста и более бывает деформирован. В связи с большим приростом по бокам раны, а также с противоположной стороны образуются выпуклые утолщения, и ствол в месте поражения искривляется [25].

Рак лиственницы обнаружен В.П. Гречкиным в Красно-Тростяницком лесхозе Сумской области Украины. В культурах лиственницы с березой

I класса возраста наблюдалось лишь единичное поражение грибным возбудителем нижних отмерших ветвей лиственницы, на которых находилось много плодовых тел – апотеций гриба [26].

Иным тяжелым заболеванием лиственницы является мериоз, вызываемый грибом *Meria laricis*. Мицелии гриба развиваются в клетках хвои и вызывают ее пожелтение и преждевременное опадение. Бесцветные конидиеносцы гриба проникают пучками через устьица нижней поверхности хвои. Зимует гриб на опавшей хвое и заражает весной новую. Наибольший вред причиняет 2-летним сеянцам в посевах. По данным Х.К. Павеса (1964) в Эстонии отмечен мериоз в 14-летних культурах лиственницы сибирской. В литературе указывается, что мериоз может поражать деревья любого возраста [146].

Через 2-3 недели после полного охвоения сеянцев лиственницы на кончиках хвоинок появляются мелкие красновато-коричневые пятнышки, которые затем сливаются, и верхняя часть хвоинок принимает красновато-бурую окраску. Через 2-4 недели после заражения вся хвоинка становится красновато-бурой и полностью отмирает, при прикосновении осыпается. Конидии гриба прорастают в первые сутки после возникновения, поэтому болезнь распространяется интенсивно. При тяжелых формах поражения сеянцы уже в июле полностью теряют хвою и больше не восстанавливают её до следующего периода вегетации. В европейской части России наиболее подвержены мериозу культуры лиственницы сибирской [148].

Всходы лиственницы поражаются грибом из рода *Fusarium*. У поврежденных сеянцев возле шейки корня буреет стебелёк, сеянцы полегают и засыхают. При повышенной влажности в густых посевах заболевание усиливается [148].

Ржавчинник (*Melampsoridium betulinum* Kleb.) вызывает пожелтение и опадение хвои у сеянцев лиственницы. Повреждения хвои вызывает также гриб *Mycospherella laricina* (Hrt.) Neg (Шютте). Поражённая хвоя в июне-июле покрывается бурыми пятнами и опадает. Наиболее сильные повреждения

лиственницы отмечены в сырых и пониженных местоположениях при плохом проветривании [148].

В лесостепной и степной зонах, где хвойные породы естественно не произрастают, особенно на карбонатных черноземах, всходы лиственницы часто гибнут из-за отсутствия в почве микоризы.

На Лесной опытной даче МСХА отмечено заболевание лиственницы европейской 85 лет (пробная площадь «П», квартал 7) лиственничной губкой (*Fomitopsis officinalis* (Will.) Kotl. and Pouzar) и войлочной-бурым трутовиком (*Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.). Заболевание губкой вызвало усыхание вершины дерева и верхней части ветвей, появление укороченных побегов из спящих почек на стволе. В течение трех лет усыхание вершины и ветвей увеличилось, в комлевой части ствола появились плодовые тела, и дерево усохло. Аналогичное заболевание наблюдалось В.П. Тимофеевым в культурах лиственницы Порецкого лесничества Московской области [148].

Лиственничная губка имеет многолетние и вытянуто-копытообразные сероватые растреснутые плодовые тела. Патоген обнаружен А.Д. Янушко (1963, цит. по В.П. Гречкин, 2019) в Минском лесхозе Белоруссии в культурах лиственниц сибирской и европейской III класса возраста и в Телеханском лесхозе в древостое лиственницы европейской IV класса возраста. В перечисленных лесхозах плодовые тела лиственничной губки были обнаружены на 1 % деревьев [25].

Сосновая губка (*Phellinus pini* (Brot. Fr.) Pil., A. Ames) распространена в лиственничниках локально. В искусственных лиственничных древостоях подзоны смешанных хвойно-широколиственных лесов сосновая губка образует иногда очень крупные утонченно-копытообразные плодовые тела с охряно-коричневым гименфором. По исследованию А.М. Анкудинова (1953, цит. по В.П. Гречкин, 2019), в Уваровском лесхозе Московской области на пораженных деревьях лиственницы сибирской IV-V классов возраста сосновая губка вызывает ямчатую центральную гниль в нижней части ствола от комля на протяжении 8-10 м. По диаметру гниль распространяется настолько широко, что

здоровым остается только узкое кольцо заболонной древесины. Гниль лиственницы от сосновой губки похожа на гниль ели от еловой губки, но в отличие от последней не имеет темных полос, отделяющих загнившую древесину. А.М. Анкудинов установил по наличию плодовых тел гриба, что сосновой губкой заражено лишь 1-2 % деревьев лиственницы. По данным А.Д. Янушко (1963, цит. по В.П. Гречкин, 2019), в Пружанском и Телеханском лесхозах Белоруссии в культурах лиственницы европейской IV класса возраста, судя по плодовым телам, сосновой губкой было поражено 0,5-1 % деревьев [25].

Корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.), по исследованиям А.Д. Янушко (1963, цит. по В.П. Гречкин, 2019), в Белоруссии в культурах лиственницы III класса возраста, созданных на пашне, вызывала групповое (по 2-3 штуки) усыхание деревьев. По сообщениям А.М. Анкудинова, корневая губка была обнаружена в культурах лиственницы 18-летнего возраста в Тростянецком лесхозе Сумской области Украины. В очагах губки на корневых шейках всех пораженных деревьев находились плодовые тела гриба. В прогрессирующих очагах, кроме 1-3 усохших, были усыхающие с желтеющей хвоей и свежепораженные деревья. Число усыхающих и усохших от губки деревьев не превышало 1 % [25].

С.И. Рублев и И.А. Алексеев, изучая болезни лиственницы в Республике Марий Эл в 2004 году, определили, что возбудителями болезней являются грибы-ксилобионты. До 15,7 % общего количества деревьев лиственницы поражено войлочно-бурым трутовиком (*Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.), вызывающим ядровую бурую трещиноватую гниль корней и комлевой части ствола. Заражение деревьев происходит через поверхностные корни спорами и грибницей от больных деревьев сосны. Гниль из корней переходит в ствол на высоту в среднем до 2,5 м [11]. Трутовик серно-желтый (*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill.) (поражено 3,9 % от общего количества деревьев) вызывает красно-бурую гниль комлевой части ствола. Деревья заражаются спорами гриба через различные повреждения корней и нижней части ствола. Опёнок осенний или настоящий (*Armillariella mellea* (Vahl.) P. Kumm.) (поражено

3,9 % от общего количества деревьев) – возбудитель белой заболонной гнили корней и комля стволов. Поражение лиственницы связано с переходом инфекции по корням с соседних пней лиственных пород. Трутовик окаймленный (*Fomitopsis pinícola* (Sw.) P. Karst.) (поражено 5,9 % от общего количества деревьев) вызывает комлевую заболонно-ядровую (сплошную) бурую призматическую гниль. Развивается преимущественно на мертвом субстрате и редко на растущих деревьях. Признаки развития сумчатого гриба (*Dasyscypha willkommii* Hart.) обнаружены на 2 % деревьев. На сухой боковой поверхности растущих деревьев лиственницы также обнаружена синева (поражено 2 % от общего количества деревьев) и другие ненормальные окраски древесины от разных грибов (поражено 13,7 % от общего количества деревьев). В культурах Сендинской рощи найдены редко встречающиеся в Республике Марий Эл плодовые тела трутовика войлочного (*Onnia tomentosa* Karst.), вызывающего бурую призматическую заболонно-ядровую гниль корней и комлевой части стволов хвойных деревьев. Впервые обнаружено плодовое тело гриба *Polyporus osseus* Kolchbr., возбудителя светло-бурой гнили комлевой части стволов. Гриб характерен для лиственничных лесов Урала, Сибири, но в европейской части России встречается редко. Типичные для естественных лесов лиственничная губка (*Fomitopsis officinalis* (Will.) Kotl. and Pouzar.), сосновая губка (*Phellinus pini* (Brot. Fr.) Pil., A. Ames) и корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) в обследованных насаждениях не обнаружены [124].

По данным Э.С. Соколовой, в 2009 году в Сергиев-Посадском лесничестве Московской области зарегистрировано массовое пожелтение и опадение хвои лиственницы Сукачёва на семенной плантации, созданной в 1981 году. В результате микроскопического анализа хвои установлено, что причиной заболевания является ранее не отмечавшееся в регионе поражение грибным патогеном *Cercoseptoria* sp., являющимся анаморфой сумчатого гриба (*Mycosphaerella laricina* Hart.). Поражено 100 % деревьев со степенью поврежденности кроны 25-90 %. Поражение хвои начинается с нижней части кроны и

быстро поднимается вверх. На хвоинках вначале появляются отдельные желтоватые пятна, нечетко отграниченные от здоровой зеленой части. В этот период пораженная часть кроны приобретает желтоватый цвет. Вскоре пятна темнеют, становятся коричнево-бурыми, сливаются и охватывают большую часть хвои. В отмирающих и отмерших участках тканей формируются конидиомы гриба в виде мелких темных подушечек, выступающих из разрывов эпидермиса [135].

Опенок (*Armillariella mellea* (Vahl.) P. Kumm.), по исследованиям А.М. Анкудинова (1953, цит. по В.П. Гречкин, 2019), иногда вызывает загнивание корней лиственницы. Гниль от опенка на лиственнице такая же, как и на других хвойных породах: белая, отделяемая от здоровой древесины узкой черной полоской. По А.М. Анкудинову, опенок в отдельных случаях поражает корни лиственницы, вызывая образование периферической гнили. Как отмечает исследователь, в старых культурах лиственницы в лесостепи (в Тростянецком лесхозе Сумской и в Моховском лесхозе Орловской областей), в отличие от аналогичных лесных культур в подзоне смешанных лесов, стволовые гнили совершенно отсутствуют [25].

По данным М.Д. Мерзленко, А.А. Коженковой и В.А. Брынцева, на территории Конаковского района Тверской области в 140-летних культурах лиственницы европейской обнаружено большое количество плодовых тел трутовика Швейница (*Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.) – до 140 шт./га. Вследствие загнивания корней, зараженные деревья лиственницы получают наклон, а затем, из-за их большой высоты вываливаются при сильных ветрах (за последние десятилетие на 1 га было вывалено 7 деревьев) [80].

В Поречье Можайского городского округа Московской области трутовик Швейница паразитирует на корнях лиственницы европейской в большей степени, нежели на сосне. Загнивание корней способствует интенсивной ветровальности деревьев при ураганных ветрах. Наиболее значительному ветровалу подвержены участки, расположенные на возвышенных элементах рельефа. Таким образом, распад затронул эталонные древостои на постоянных

пробных площадях «1Рд», «4Т», «6Т» в урочище Пустошь [77]. Следует отметить, что комлевая гниль, вызываемая трутовиком Швейница, в 140-летних культурах лиственницы европейской занимает не более 4 % площади поперечного сечения среза ствола на высоте пня [126].

Эталонные лиственничные насаждения Линдуловской рощи также частично поражены дереворазрущающими грибами, вызывающими гниль корней и стволов деревьев. По результатам лесопатологического обследования, проведенного в 1949 году под руководством профессора С.И. Ванина, установлено, что около 60 % деревьев лиственницы Сукачёва было поражено корневой губкой, трутовиком Швейница и опенком. Величина поражения возрастала прямо пропорционально степени увлажнения почв, достигая наивысших значений в пониженных участках рельефа [111].

Негативное действие дереворазрушающих грибов является одним из существенных факторов, препятствующих распространению лиственницы за пределами ареала, но следует отметить, что в настоящее время роль фитопатогенных организмов в географическом распространении лиственницы и других древесных растений выявлена ещё крайне слабо. Данный вопрос, имеющий важное практическое значение, требует глубокого изучения и внимания со стороны исследователей.

Вредители лиственницы

Лиственницу поражает множество вредителей, которых можно разделить на три группы: хвое- и листогрызущие (дефолиаторы), стволовые и вредители семян (карпофаги).

Бабочки и пилильщики имеют существенные колебания численности. По этому признаку их обычно объединяют в отдельную группу массовых хвое- и листогрызущих, или первичных, вредителей, которые заселяют здоровые деревья, после чего последние ослабевают и погибают.

Стволовые вредители, обитающие на стволах, ветвях и корневых лапах деревьев, обладают разной степенью активности. Одни из них нападают на деревья, не имеющие видимых признаков ослабления, другие – только на сильно ослабленные, почти утратившие жизненные функции или поваленные деревья. Заселенные стволовыми вредителями деревья отмирают в зависимости от характера ослабления (вершинный или корневой) и последовательности заселения.

Вредители плодов, семян составляют специфическую экологическую группу насекомых, личинки которых развиваются за счет репродуктивных органов деревьев – генеративных почек, завязей, шишек и семян. Они присутствуют только во вступивших в фазу плодоношения древостоях. При этом чем стабильнее и регулярнее плодоносят деревья, тем устойчивее и сильнее повреждаются шишки и семена. Представителям данной группы не свойственны вспышки массовых размножений.

В области кроны деревья начинают усыхать вследствие их повреждения хвое-листогрызущими насекомыми, смоляным раком, газами и т. д. Крона может быть уже заселена насекомыми, в то время как нижняя часть дерева еще жизнеспособна. Такой тип ослабления называется вершинным.

Повреждение корневой системы деревьев (низовые пожары, засуха, изменение уровня грунтовых вод, уплотнение почвы, корневая губка, опенок и др.), приводит к усыханию по корневому типу. В этом случае усыхание начинается с нижней части ствола, которая первой заселяется вредителями. Крона в это время часто бывает еще полностью зеленой, и верхняя часть дерева свободна от вредителей. Образуется характерный сухостой с зеленой кроной.

В европейской части России из вредителей хвои распространены пилильщики: большой лиственничный пилильщик (*Lygaeonematus eriehsoni* Hart.), зеленый вытянутый пилильщик (*Platycampus ovatus* Zadd.), побеговый (или зеленый) лиственничный пилильщик, или пилильщик Весмаэля (*Lygaeonematus wesmaeli* Tischb.). Среди листоверток отмечена почковая вертунья, или лиственничная паутиновая листовертка (*Spilonota laricana*

Heinem.). Моли и трипсы представлены по одному виду – лиственничная чехликовая моль (*Coleophora sibirica* Flav.) и лиственничный пузырный трипс (*Taeniothrips laricivorus* Krat. et Farsky).

Из стволовых вредителей встречаются усачи и короеды: большой черный усач (*Monochamus sartor* L.) и усач (дровосек) Габриэля (*Tetropium gabrieli* Weisa), повреждающие корни деревьев, большой лиственничный, или продолговатый короед (*Ips cembrae* Heer.), малый лиственничный короед (*Orthotomicus laricis* F.), заболонник Моравица (*Scolytus moravitzi* Sem.), гравер обыкновенный, или халькограф (*Pityogenes chalcographus* L.), байкальский лесовик (*Dryocoetes baicalicus* Rtt.) и полосатый древесинник (*Xyloterus lineatum* Ol.), заселяющие стволы.

Из вредителей шишек и семян в европейской части России распространены лиственничная муха (*Lasiomma laricicola* Karl.), еловая шишковая огневка (*Dioryctria abietella* F.), зеленый хермес, или лиственничная тля (*Cholodkovskya viridana* Choi.) и наездник лиственничный – семяед (*Megastigmus seitneri* Hoffm.).

Хвое- и листогрызущие вредители

Большой лиственничный пилильщик (*Lygaeonematus eriehsoni* Hart.) повреждает хвою лиственницы, личинки зимуют в коконах в подстилке; генерация – одногодовая. По данным А.И. Ильинского (1952, 1965, цит. по В.П. Гречкин, 2019), большой лиственничный пилильщик давал вспышки массового размножения в культурах лиственницы в Минской, Брянской, Московской, Горьковской (ныне Нижегородской) и Ленинградской областях, по сведениям А.К. Куколевского (1958, цит. по В.П. Гречкин, 2019), – в Калининской (ныне Тверской) области [25].

Обычно большой лиственничный пилильщик в подзоне смешанных лесов размножается в несомкнувшихся 10-15-летних культурах лиственницы, созданных в условиях местопроизрастаний елово-сосновых древостоев на суглинистых почвах в свежих типах леса. Вредитель может питаться хвоей на

деревьях всех классов возраста. По данным В.А. Левтеева (1914, цит. по В.П. Гречкин, 2019), в Московской области большой лиственничный пилильщик впервые отмечен в насаждениях Тимирязевской сельскохозяйственной академии в 1906 году, когда личинки сильно объели хвою молодых деревьев на Лиственничной аллее [25]. По данным профессора Н.С. Нестерова, на Лесной опытной даче Тимирязевский академии большой лиственничный пилильщик появился немного ранее – с 1905 года и повреждал лиственницу по 1914 год включительно, в последующие годы не появлялся. Прекращение размножения вредителя связано, по-видимому, с увеличением возраста древостоев. Массовых поражений вредителем этих и других культур лиственницы в России не отмечается [100].

По данным Б.В. Гроздова (1936, 1938, цит. по В.П. Гречкин, 2019), культуры лиственницы в Брянском массиве были полностью объедены пилильщиком. В.П. Гречкиным в 1948 году отмечено массовое размножение вредителя в Пушкинском лесхозе Московской области, когда личинки сильно объели хвою в 15-16-летних культурах лиственницы. В том же году размножение большого лиственничного пилильщика имело место в культурах лиственницы в Тихвинском лесхозе Ленинградской области. В 1956 году, по данным А.К. Куколевского (1957, цит. по В.П. Гречкин, 2019), большой лиственничный пилильщик повреждал 10 и 20-летние культуры лиственницы (соответственно высотой 2,5 и 8-10 м) в Калининском лесхозе Калининской (ныне Тверской) области, где против него производилась наземная химборьба. Далее, в 1959 году В.П. Гречкин наблюдал появление большого пилильщика в заметном количестве в молодняках лиственницы в Пушкинском лесхозе, в лесопарке Барвиха и Кузьминском лесопарке. Уничтожая иногда полностью хвою лиственницы, большой лиственничный пилильщик может существенно тормозить рост деревьев [25].

В лесах Московской области важным регулятором численности большого лиственничного пилильщика являются мышевидные грызуны, которые зимой местами уничтожают почти все коконы вредителя [25].

Спутником большого лиственничного пилильщика, иногда самостоятельно слабо повреждающего хвою во второй половине лета на «старых» ветках в культурах лиственницы, является зеленый вытянутый пилильщик (*Platycampus ovatus* Zadd.). В 1948 году личинки вредителя находились в большом количестве в 10-летних культурах лиственницы в Пушкинском лесхозе, а в 1959 году – на отдельных 15-летних деревьях лиственницы в Кузьминском лесопарке [25].

Личинки побегового (или зеленого) лиственничного пилильщика (пилильщика Весмаэля) (*Lygaeonematus wesmaeli* Tischb.) в июне объедают, обычно полностью, хвою только молодых побегов лиственницы, коконируются и зимуют в подстилке при одногодовой генерации вредителя. Вспышки массового размножения вредителя наблюдались в Московской области, в Минской области Белоруссии и в Украине [25].

По наблюдениям В.П. Гречкина, молодые побеги лиственницы, после объедания хвои личинками, подсыхают с концов, которые при этом характерно изгибаются. При размножении побеговый пилильщик в массе повреждает побеги на 8-10-летних деревьях лиственницы, тогда как на деревьях старших возрастов вредителем обычно повреждается небольшая часть побегов [25].

В Пушкинском лесхозе Московской области в 1944 году В.П. Гречкиным побеговый пилильщик обнаружен в незначительном количестве, личинки вредителя повреждали только отдельные побеги. При обследовании насаждений названного лесхоза С.С. Лонщаковым в 1947 году выявлено, что вредителем в разной степени повреждены культуры лиственницы на площади 106,2 га, в том числе на 39,7 га в сильной степени. По данным В.П. Гречкина в 1948 году в Пушкинском лесхозе побеговым пилильщиком в культурах лиственницы в разной степени повреждены все деревья. В том же году исследователем наблюдалось довольно сильное повреждение побеговым пилильщиком 10-летних культур лиственницы сибирской под Минском в Минском лесхозе. По данным Г.И. Смагиной (1953, цит. по В.П. Гречкин, 2019), значительное раз-

множение побегового лиственничного пилильщика происходило в течение нескольких лет в культурах лиственницы I класса возраста в Лисинском лесхозе Ленинградской области [25].

По сообщениям В.П. Гречкина, массовое повреждение пилильщиком побегов лиственницы 10-летнего возраста в культурах Пушкинского лесхоза повлияло на характер формирования крон. В лучших условиях роста, на быстрорастущих деревьях, даже при образовании временной многовершинности из-за повреждения личинками верхушечных побегов, наблюдался очень сильный рост одного из побегов, и кроны вытягивались вверх. В худших условиях местопроизрастаний, наоборот, рост поврежденных вершинных побегов прекращался, далее развивались многие боковые побеги, и крона становилась приземистой и густой. Подобные явления наблюдались Г.И. Смагиной в лиственничных культурах Лисинского лесхоза [25].

Большой вред лиственнице причиняет почковая вертунья, называемая лиственничной паутинной листоверткой (*Spilonota laricana* Heinem.). По данным, приводимым В.П. Тимофеевым (1961), лиственничная паутинная листовертка причиняет основной вред на стадии гусеницы, объедая верхушечные побеги, что приводит к смене центрального побега боковыми и способствует кривоствольности лиственницы на стадии молодняка [148].

Лиственничная паутинная листовертка имеет весьма растянутый по времени лет бабочек; с конца весны гусеницы выедают почки, питаются молодой хвоей лиственницы, стянутой в пучки паутиной. Зимовка гусениц протекает в ветвях деревьев, в хвое, стянутой паутиной [25]. Гусеницы выходят из зимовки, когда хвоя достигает 3-5 мм длины, и питаются молодой хвоей, впоследствии перебираются в распускающиеся почки, стягивая их паутиной и выедая. Генерация вертуньи – одногодовая [148].

Деятельность паутинной листовертки отмечена в молодняках лиственницы на Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии [25]. Вредоносность лиственничной паутинной листовертки отмечена также в культурах лиственницы лесостепной зоны. В некоторых культурах

лиственницы паутинная моль встречается в значительном количестве и при массовых размножениях может наносить существенные повреждения [26].

Наиболее часто хвою лиственницы поражает лиственничная чехликовая моль (*Coleophora sibirica* Flav.). Гусеницы бабочки проникают в иглы хвои и выедают внутреннюю мякоть. Из выеденных частей хвои гусеницы готовят чехлики и зимуют в них, прикрепившись паутиной к коре стволов и ветвям, к опавшей осенью хвое, а также в подстилке. Выходят из зимовки гусеницы ранней весной, когда молодая хвоя лиственницы достигает длины 0,5 см. В условиях Лесной опытной дачи МСХА это происходит в первых числах мая. После выхода из зимовки гусеницы меняют бурый зимний чехлик на новый, зеленовато-белый. Одновременно со сменой чехлика гусеницы линяют и переходят в следующую возрастную фазу. Питаются хвоей до окукливания, которое происходит в середине мая. В течение 12-15 дней питания каждая гусеница повреждает и уничтожает около 60 хвоинок. Через 25 дней после окукливания появляются бабочки. Первые яйцекладки лиственничной моли были обнаружены на Лесной опытной даче только через неделю после вылета бабочек. Лёт бабочек начинается примерно с 11 часов, с нагреванием воздуха он усиливается и к заходу солнца затихает и прекращается. Последние бабочки встречались через 33 дня после начала лета. Яички лиственничной моли лимонно-желтого цвета, полушаровидные, с рёбрами и бороздками, откладываются бабочками на нижней стороне хвоинок, преимущественно побегов второго года жизни в пучках, по одному на хвоинке. Отрождения гусениц из яиц начинается через 30 дней после обнаружения первого яйца. Отродившиеся гусеницы после выхода из яйца вгрызаются в хвою. После изготовления чехликов, гусеницы повреждают ещё по 2-3 хвоинки и уходят на зимовку, что в условиях Лесной опытной дачи отмечено 20 августа. При появлении гусениц чехликовой моли в большом количестве, деревья лиственницы почти полностью теряют молодую хвою. В первой половине июня хвоя заменяется новой, но деревья за этот период теряют в приросте [148].

Лиственничный пузырный трипс (*Taeniothrips laricivorus* Krat. et Farsky) заселяет молодые ткани побегов. Внешние признаки поражения заключается в том, что хвоя изменяет окраску, становится серой и рано опадает, отмирает верхушечная почка, что способствует кривоствольности [148].

Стволовые вредители

Большой черный усач (*Monochamus sartor* L.) распространен в таежных лесах европейской части России и имеет двухгодовую генерацию. Характерной особенностью биологии усача в западной части европейской тайги является короткий период лёта, когда жуки летают только в июле месяце. Восточнее, по западным склонам северной части Среднего Урала, лет жуков уже значительно более продолжителен, еще более длителен период лёта жуков в Сибири. Основной кормовой породой большого черного усача в европейской тайге является ель. Ослабленные деревья лиственницы заселяются в меньшей степени, чем деревья других хвойных пород. Вредитель имеет отрицательное значение в темнохвойных лесах и лишь местами в лиственничных. В целом, по вредоносности в лиственничниках большой усач значительно уступает черному еловому усачу. Вредитель заселяет древесные породы (в том числе, поваленные) обычно с комлевой части и крайне редко по всему стволу [25].

Усач (дровосек) Габриэля (*Tetropium gabrieli* Weisa), согласно Н.Н. Плавильщикову (1940, цит. по В.П. Гречкин, 2020), известен в Западной Европе, а ранее встречался в европейской части России лишь в естественных лиственничниках на Печоре. Пути попадания усача Габриэля в лиственничные культуры в Украине не известны. Можно предположить, что вредитель обитает на европейской лиственнице, в частности – польской (*Larix polonica* Rdick), произрастающей в северо-западной части Карпат, в районе р. Вислы, и оттуда был завезен с лесоматериалами в Украину [26].

Стволовые вредители лиственницы Сукачёва в таежных лесах европейской части России изучались В.Н. Старком (1933, цит. по В.П. Гречкин, 2019),

занимавшегося на этой породе только короедами. Большой лиственничный короед (*Ips cembrae* Heer.) заселяет стволы ослабленных деревьев лиственницы почти на всем протяжении ствола. Заболонник Моравица (*Scolytus moravitzi* Sem.) заселяет вершины и толстые ветви в кронах ослабленных деревьев лиственницы. Байкальский лесовик (*Dryocoetes baicalicus* Rtt.), по В.Н. Старку, в европейской тайге повреждает корневые лапы деревьев, уже заселенных большим лиственничным короедом и заболонником Моравица. Полосатый древесинник (*Xyloterus lineatum* Ol.) заселяет ослабленные деревья лиственницы, как и сосны, в нижней половине стволов. Гравер обыкновенный (*Pityogenes chalcographus* L.) предпочитает более молодые деревья лиственницы и толстые ветви старых [25].

Вредители шишек и семян

Лиственничная муха (*Lasiomma laricicola* Karl.) нередко является массовым вредителем шишек и семян лиственницы Сукачёва в европейской тайге, встречается также в зоне смешанных лесов и лесостепи. По данным О.Е. Дмитриевской (1937, цит. по В.П. Гречкин, 2019), в условиях Сарапульского лесхоза Удмуртии, взрослые мухи летают с конца первой декады мая, в массе – с середины второй декады и до конца месяца. Яйцекладка заканчивается с третьей декады июня. На одну шишку лиственницы откладывается 5-7 яиц, чаще же в шишке бывает 1-3 личинки. Единичные личинки находились с начала третьей декады мая, в массе они появились с конца этого месяца. Фаза личинки длится около месяца. Последние личинки находили в шишках 5 августа. В шишке лиственницы одна личинка лиственничной мухи уничтожает 45-50 семян. Генерация – одногодовая [25].

В Сарапульском лесхозе в разных лесорастительных условиях в 1937 году мухой было повреждено от 88 до 100 % шишек. При наличии в шишке 1-3, реже более, личинок, часто в ней уничтожались все семена. В среднем, мухой здесь было уничтожено 64,8 % семян. При наличии в шишках лист-

венницы до 30 % пустых семян, выход здоровых семян был ничтожен, и урожай их был практически потерян. Необходимо отметить, что лиственничная муха, проникая в культуры лиственницы вне ее ареала южнее тайги (в Московскую, Орловскую, Самарскую области и, вероятно в другие), местами сильно размножается и вредит плодоношению лиственницы [25].

В частности, повреждаемость шишек лиственницы лиственничной мухой определена В.М. Никанчуком (1958, цит. по В.П. Гречкин, 2019) в Андреевском лесхозе Смоленской области. По его данным, на лиственнице Сукачёва в 1951 году лиственничной мухой было повреждено 20 % семян, в 1957 году – от 9 до 27 %, в среднем – 15,6 % семян. Наиболее интенсивно семена повреждались мухой в сомкнутой аллее, менее – в редкостойном древостое. На лиственнице европейской в 1951 году мухой было повреждено 20,3-21 % семян, а в 1957 году – 6-14 %. В целом, семена этих видов лиственницы больше повреждались лиственничной мухой в 1951 году, чем в 1957 году, что может быть связано с меньшим урожаем семян в 1957 году, а также с разными погодными условиями [25].

Еловая шишковая огневка (*Dioryctria abietella* F.) повреждает шишки и семена лиственницы и других хвойных пород в молодняках. По данным А.С. Козлобородова (1959, цит. по В.П. Гречкин, 2019), она является существенным вредителем плодоношения лиственницы Сукачёва в Архангельской области. Массовое повреждение огневкой шишек лиственницы в этом регионе наблюдалось в 1956 году, когда плодоношение было слабее, чем в 1957 году, в 1956 году огневкой было повреждено не менее 30 %, а в отдельных случаях до 70 % шишек. В 1957 году поврежденных шишек было не более 7 % и лишь в некоторых местах – до 20 %. По данным О.Е. Дмитриевской, в Сарапульском лесхозе Удмуртии шишковая огневка в 1937 году в среднем повреждала 49 % шишек лиственницы. По данным В.М. Никончука (1958, цит. по В.П. Гречкин, 2019), в Андреевском лесхозе Смоленской области еловая шишковая огневка значительно повреждала шишки лиственницы Сукачёва в 1950 и 1951 гг. в среднем на 30 %, а в 1957 году – на 0,7 % в редкостое, в густой алее – на 12 %.

Шишки лиственницы европейской в 1950 году были повреждены на 68 %, в 1951 году – на 20-25 %, а в 1957 году – всего лишь на 1 %. В целом, семена лиственницы наиболее слабо повреждены огневкой в 1957 году [25].

Шишки лиственницы сильно повреждаются огневкой и в лесостепных культурах. В культурах лиственницы Моховского лесхоза Орловской области, по данным О.Е. Дмитриевской (1937, цит. по В.П. Гречкин, 2019), вредителем были повреждены все 100 % шишек лиственницы, а по наблюдениям В.П. Гречкина, в 1947 году, вредитель повредил большинство шишек. По учетам О.Е. Дмитриевской, в Красноярском лесхозе Самарской области в культурах лиственницы огневкой было повреждено 56 % шишек. О.Е Дмитриевская указывает, что при 100 % повреждении шишек, учитывая, что около 30 % семян лиственницы не всхожи, заготовка семян лиственницы делается почти невозможной [25].

Повреждают лиственницу также хермесы (*Chermes abietis* Kolt.), проходящие одну стадию развития на ели, а вторую – на лиственнице. Через раны от укусов хермесов инфекция проникает в ствол, вызывая развитие рака [148]. Зеленый хермес, или лиственничная тля (*Cholodkovskya viridana* Choi.), как отмечает В.М. Никончук (цит. по В.П. Гречкин, 2019), в Смоленской области вызывают засмоление молодых шишек лиственницы. Засмоление до 90 % шишек европейской лиственницы, в первую очередь, препятствует их открытию и выпадению семян [25].

Незначительный вред лиственнице приносит наездник лиственничный – семяед (*Megastigmus seitneri* Hoffm.). По данным В.М. Никончука (1958, цит. по В.П. Гречкин, 2019), в Смоленской области в 1950 году этот вредитель повредил 0,1 % семян лиственницы Сукачёва и не повреждал семена лиственницы европейской. В 1951 году наездником было повреждено 0,5-0,9 % семян лиственницы Сукачёва, и 0,1-0,3 % лиственницы европейской, что значительно меньше, чем на первой [25].

Шишки и семена лиственницы поедают клесты. Лоси поедают кору и ветви. В Архангельской области, по данным, приведенным А.С. Козлобородовым (1959, цит. по В.П. Гречкин, 2019), клесты сбивают до 5 % шишек лиственницы. В 1957 году клесты сбивали в массе шишки лиственницы с первой декады июля, когда семена еще не вполне созрели. Особенно сильно клесты сбивали шишки лиственницы, как и шишки ели, по опушкам в групповых семенниках на лесосеках. В местах, где лиственница является незначительной примесью к другим породам, клесты, уничтожая значительную часть семян, существенно препятствуют ее возобновлению [25].

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований являются географические культуры лиственницы, созданные в 1954-1955 годах лесничим П.И. Дементьевым в 74 квартале Бронницкого лесничества Виноградовского лесхоза Московской области; географические координаты: 55° 20′ северной широты и 38° 20′ восточной долготы [94].

В географических культурах лиственница является основной древесной породой, выращиваемой за пределами ареала. Биологическое разнообразие лиственницы охватывает виды, естественно произрастающие в России, Украине, Китае, Японии, Канаде, Великобритании, Польше и других странах. Очень большое значение имеет испытание семян, собранных со всей России [66]. Географические культуры лиственницы являются объектом наблюдений международных лесных исследовательских организаций [57].

В 1947 году Министерство лесного хозяйства СССР включило лиственницу в качестве главной породы в типы лесных культур для Московской области, результатом чего стало систематическое и планомерное расширение площадей лесных культур лиственницы. С 1948 года до второй половины 60-х годов в Московской области ежегодно создавалось от 0,2 до 0,6 тыс. га лесных культур с участием лиственницы [57].

Большие площади лесных культур лиственницы поставили перед лесоводами новые вопросы, особенно остро стояла задача выбора семян различного географического происхождения для выращивания в районах интродукции и в выборе видов и типов смешения пород. В Московской области началась усиленная работа по изучению имеющихся старых и молодых древостоев различных видов лиственницы. Однако имеющиеся насаждения не могли дать точного ответа. К исследованиям в данном направлении при научных консультациях профессора В.П. Тимофеева подключился лесничий Бронницкого лесничества П.И. Дементьев. Были изучены имеющиеся старые культуры лиственницы в рядовом смешении с сосной и елью в Бронницком лесничестве, а также в соседнем Натальинском лесничестве [57].

В целях уменьшения дефицита проверенных семян лиственницы в Бронницком лесничестве в период с 1943 по 1958 год было создано 60,43 га постоянных семенных участков лиственницы. Лесничим П.И. Дементьевым предложен «холодный» способ стратификации, существенно повысивший всхожесть и энергию прорастания семян лиственницы [35].

Работа по созданию географических культур лиственницы началась в 1951 году с почтовой переписки лесничего П.И. Дементьева о получении семян. За период с сентября 1951 по январь 1954 года Бронницкое лесничество получило 53 кг семян лиственницы из различных районов Советского Союза, в том числе семена лиственницы сибирской – из 16 пунктов, лиственницы Сукачёва – из 14, лиственницы европейской – из 5, лиственницы даурской – из 4 пунктов, лиственницы Чекановского и лиственницы японской – из 1 пункта. Каждой партии семян в порядке ее поступления присваивался номер, под которым семена были занесены в книгу учёта, высеяны в питомнике, пересажены на лесокультурную площадь и существуют в культурах [38; 66].

Лиственницу Сукачёва лесхозы при отправке семян в Бронницкое лесничество часто называли лиственницей сибирской, в связи этим создатели географических культур уточняли названия видов руководствуясь территориальным признаком. Все семена, собранные в лиственничных древостоях естественного происхождения на европейской части СССР, а также за Уралом до реки Обь, отнесены к лиственнице Сукачёва [38].

Семена лиственницы европейской из Московской области не могут считаться полностью чистыми, так как среди них имеется много экземпляров, относящихся к лиственнице сибирской. Причиной может быть ошибка при сборе семян или перекрёстное опыление, в результате которого могла появиться гибридная форма лиственницы, имеющая признаки сибирской [38].

Все семена лиственницы были высеяны на питомнике лесничества в начале мая 1952 года в одинаковых условиях, норма высева семян определялась в зависимости от их энергии прорастания, всхожести и абсолютного веса.

Перед посевом все семена лиственницы стратифицировали «холодным» методом П.И. Дементьева. Это дало возможность получить к концу мая удовлетворительные всходы. Проверка всхожести семян произведена в аппаратах В.Д. Огиевского. Всхожесть и энергия прорастания большей части семян оказались ниже принятой по стандарту. При проверке паспортов на полученные семена прослеживается закономерность: число полнозернистых семян в каждой партии прямо пропорционально доле участия лиственницы в составе материнского древостоя, поэтому семена следует собирать в чистых древостоях. К весне 1954 года выращено 638 тыс. 2-летних сеянцев. Работы по закладке семян на стратификацию, изъятие из стратификации, посев на питомнике проводились рабочими под непосредственным контролем лесничего [38]. Информация о местах сбора семян и материнских древостоях приведена в приложении А.

Для разрешения вопроса о наиболее удачных смешениях лиственницы с хвойными и широколиственными породами, географические культуры проектировались в пяти смешениях: чистые лиственничные, лиственнично-сосновые, лиственнично-еловые, лиственнично-липовые и лиственнично-кленовые. Смешение лиственницы с перечисленными породами местного происхождения проводили чистыми рядами через ряд. В каждом типе смешения повторены все географические разности лиственницы [38; 94].

Для закладки географических культур в 74 квартале Броницкого лесничества был отведен участок общей площадью 41,17 га, представленный вырубкой 1941 года, возобновившейся лиственными породами. С севера и юга к участку примыкал березовый древостой I бонитета, с востока – дубовый древостой III бонитета, с запада – сосновые культуры I бонитета. Рубку деревьев и корчевку пней на участке начали поздней осенью 1952 года и закончили в 1954 году. Пни корчевали корчевателем-собирателем Д-201В. После раскорчёвки почву перепахали кустарниково-болотным плугом, рандалевали и вновь перепахали обычным плугом ПП-5-35, ещё раз рандалевали с одновременным боронованием [38].

Затем участок был разбит на 9 полей, разделённых просеками шириной 10 м. Каждое поле разбито на участки площадью 0,20-25 га, на которых и были высажены географические разновидности лиственницы, в пределах поля участки были отделены один от другого просекой шириной 5 м [38].

В течение 1954-1955 годов закультивированы все 9 полей опытного участка. Чистые лиственничные культуры заложены в мае 1954 года в квартале 74 на площади 8 га (поля № 5 и 6), посадка проведена на 40 участках, на каждом участке площадью 0,2 га посажено 8 рядов лиственницы с размещением 2,5×0,5 м в количестве около 1700 шт. Посадку лиственницы производили вручную, под меч Колесова, 2-летними сеянцами [38].

В том же месяце на площади 8 га заложены смешанные лиственнично-сосновые культуры. Посадка проведена на 40 участках (поля № 3 и 4), на каждом участке площадью 0,18 га посажено 7 рядов культур, в том числе 4 ряда лиственницы и 3 ряда сосны обыкновенной с размещением сеянцев в рядах 2,5×0,5 м и смешением с сосной через ряд. На каждом участке посажено 850 шт. лиственницы и 650 шт. сосны. Остаток посадочного материала продолжил рост на питомнике. Весна 1954 года была очень затяжной и чрезмерно влажной, поэтому культуры смогли занять только наиболее возвышенную – центральную часть лесокультурной площади. Посадки начались с большим запозданием – 19 мая и закончились 23 мая, а восточный и западный края пришлось закультивировать только на следующий год [38].

В мае 1955 года проведено дополнение чистых и смешанных лиственнично-сосновых культур за счет посадочного материала, оставшегося на питомнике, лиственница дополнялась 3-летними сеянцами. В том же месяце в восточной стороне участка проведена посадка лиственницы в смешении с липой мелколистной и клёном остролистным, в западной стороне участка заложены лиственнично-еловые культуры. Породы смешивались чистыми рядами через ряд. Размещение сеянцев во всех типах культур – 2,5×0,5 м, или 8000 шт. на 1 га. Лиственница высаживалась 3-летними сеянцами, ель, липа и клён –

2-летними. Для посадки 3-летней лиственницы были сделаны особые мечи Колесова увеличенного размера. В каждом варианте добавлен участок № 41 [38].

В культурах 1954-1955 годов для изучения высажены 6 видов лиственницы из 41 географического пункта страны. Общее количество крупноделяночных участков с экотипами лиственницы в 1955 году составляло 158 шт. В 1958-1963 годах в 75 квартале высажено 11 крупноделяночных участков (№ 42-52), в 74 квартале – участок № 53. К 1964 году общее количество крупноделяночных участков возросло до 201 шт., видовой и формовой состав лиственницы был расширен до 12 видов и 53 экотипов [38; 66]. Ортофотоплан географических культур представлен на рисунке 1. Полный перечень видов и экотипов лиственницы указан в таблицах 1 и 2.

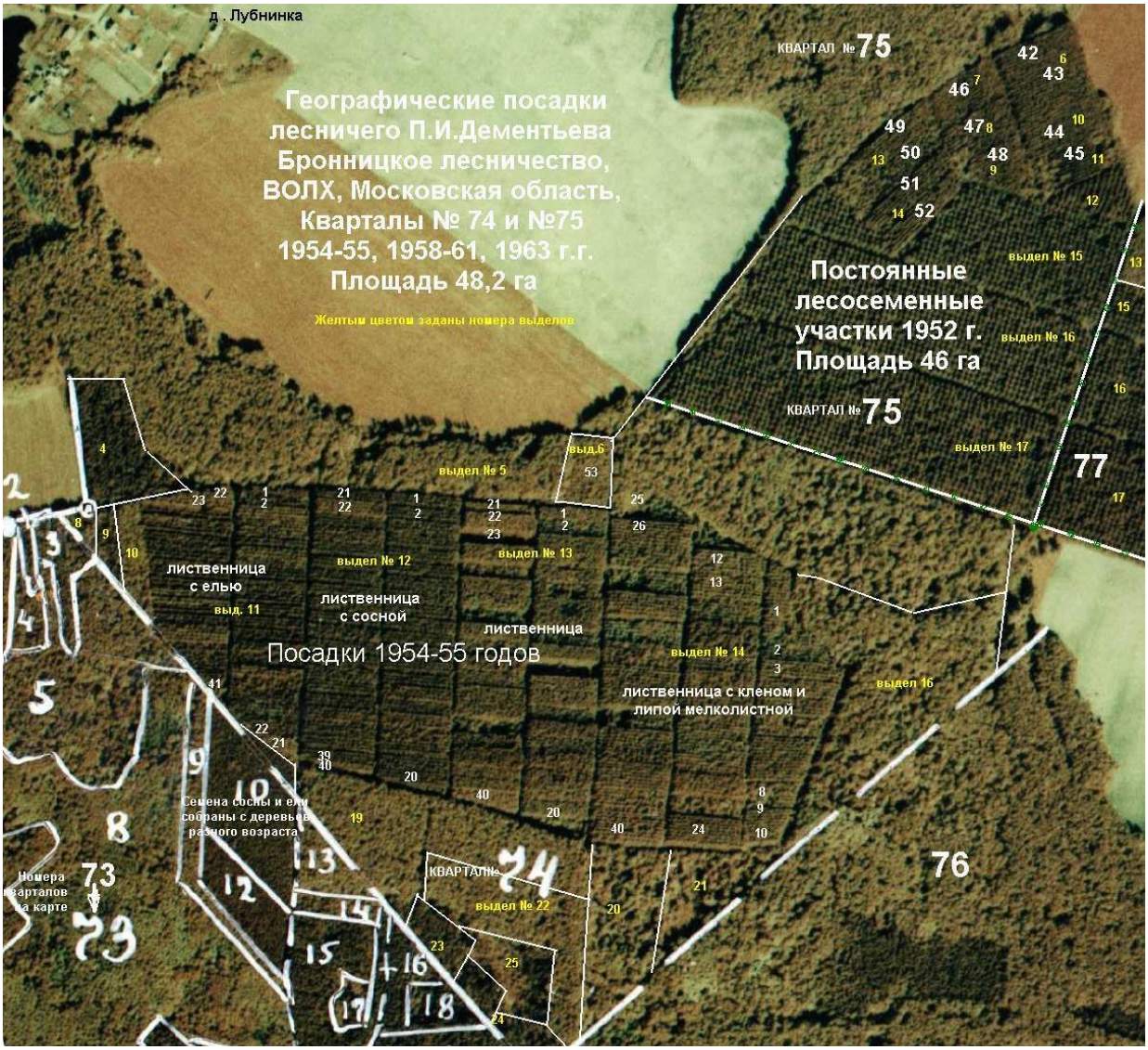


Рисунок 1 – Ортофотоплан географических культур П.И. Дементьева

Таблица 1 – Перечень видов и экотипов лиственницы в составе географических культур 1954-1955 годов

№ ППП	Географическое происхождение семян на момент закладки культур	Современное местоположение районов сбора семян
Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb)		
2	Бурятская АССР, Кяхтинский р-н	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н
3	Омская область, Тарский р-н	Омская область, Тарский р-н
7	Московская область, Бронницкий р-н	Московская область, Раменский гор. округ
8	Московская область, Бронницкий р-н	Московская область, Раменский гор. округ
9	Тувинский АО, Кызылский р-н	Республика Тыва, Кызылский р-н
10	Иркутская область, Братский р-н	Иркутская область, Братский р-н
11	Горно-Алтайская АО, Шебалинский р-н	Республика Алтай, Шебалинский р-н
16	Красноярская область, Енисейский р-н	Красноярский край, Енисейский р-н
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н
20	Хакасский АО, Сонский р-н	Республика Хакассия, Боградский р-н
25	Казахская ССР, Катон-Карагайский р-н	Казахстан, Восточно-Казахстанская область, Катон-Карагайский р-н
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	Новосибирская область, Тогучинский р-н
30	Красноярская область, Туруханский р-н	Красноярский край, Туруханский р-н
33	Красноярская область, Ирбейский р-н	Красноярский край, Ирбейский р-н
34	Красноярская область, Ермаковский р-н	Красноярский край, Ермаковский р-н
36	Московская область, Красно-Пахорский р-н	Москва, Троицкий адм. округ
Лиственница Сукачёва (*Larix Sukaczewii* Djil)		
1	Коми АССР, Удорский р-н	Республика Коми, Удорский р-н
4	Архангельская область, Вельский р-н	Архангельская область, Вельский р-н
12	Кировская область, Подосиновский р-н	Кировская область, Подосиновский р-н
13	Свердловская область, Исовский р-н	Свердловская область, Нижнетуринский гор. округ
14	Башкирская АССР, Учалинский р-н	Республика Башкортостан, Учалинский р-н
21	Пермская область, Чердынский р-н	Пермский край, Чердынский гор. округ
26	Удмуртская АССР, Граховский р-н	Удмуртская Республика, Граховский р-н
29	Кировская область, Кировский р-н	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	Смоленская область, Новодугинский р-н
32	Челябинская область, Миасский р-н	Челябинская область, Миасский гор. округ
38	Свердловская область, Висимский р-н	Свердловская область, Горноуральский гор. округ
39	Ивановская область, Сокольский р-н	Нижегородская область, Сокольский р-н
40	Карельская область, Пудожский р-н	Республика Карелия, Пудожский р-н
41	Горьковская область, Красно-Баковский р-н	Нижегородская область, Краснобаковский р-н
Лиственница европейская (*Larix decidua* Mill)		
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	Ивано-Франковская область, Галичский р-н
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	Ивано-Франковская область, Долинский р-н
18	Московская область, Уваровский р-н	Московская область, Можайский гор. округ
24	Московская область, Раменский р-н	Московская область, Раменский гор. округ
37	Московская область, Красно-Пахорский р-н	Москва, Троицкий адм. округ
Лиственница даурская (*Larix dahurica* Turcz)		
6	Читинская обл., Александрово-Заводский р-н	Забайкальский край, Александрово-Заводский р-н
23	Якутская, АССР Вилюйский р-н	Республика Саха (Якутия), Вилюйский р-н
28	Якутская, АССР Ленский р-н	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н
35	Бурятская, АССР Баунтовский р-н	Республика Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н
Лиственница Чекановского (*Larix Czekanowskii* Sz)		
5	Бурятская АССР, Прибайкальский р-н	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н
Лиственница японская (*Larix leptolepis* Gord)		
22	Южно-Сахалинская обл., Томаринский р-н	Сахалинская область, Томаринский гор. округ

Происхождение экотипов представлено на рисунке 2. План культур 1954-1955 годов представлен на рисунке 3.

Рисунок 2 – Географическое происхождение экотипов лиственницы в культурах Бронницкого лесничества

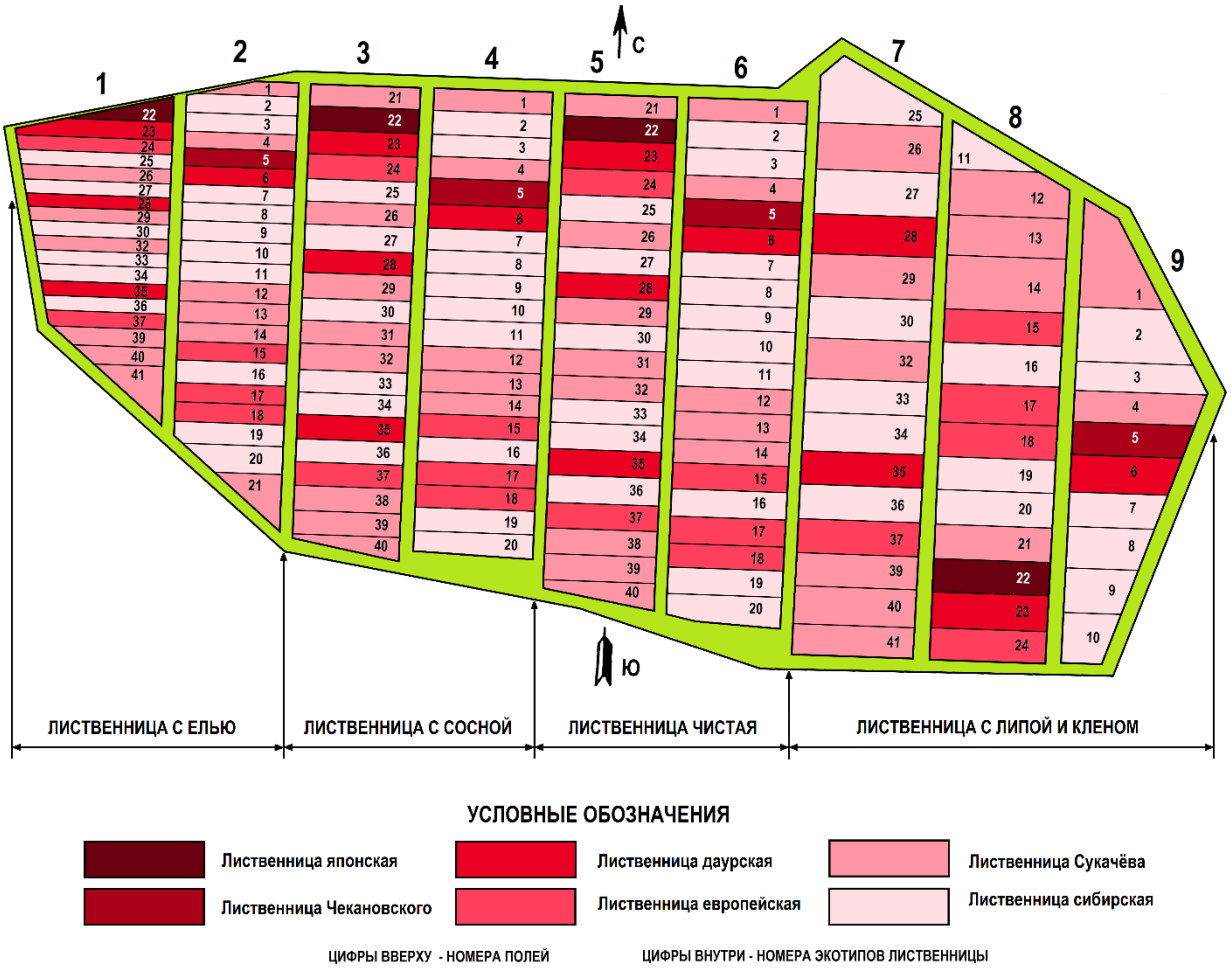


Рисунок 3 – План географических культур 1954-1955 годов

Сведения о количестве и протяженности высаженных рядов на географических культурах лиственницы в 1954-1955 гг. приведены в приложении Б.

Таблица 2 – Количество видов и экотипов лиственницы, представленных в культурах 1958-1963 годов

Вид лиственницы	Количество экотипов	Номера экотипов	Год закладки культур
Л. даурская (*Larix dahurica* Turcz)	2	45;50	1958;1961
Л. амурская (*Larix amurensis* Kolesn)	2	43;44	1958
Л. курильская (*Larix kurilensis* Maur)	1	46	1959
Л. ольгинская (*Larix olgensis* A. Henry)	2	42;49	1958;1961
Л. европейская (*Larix decidua* Mill)	1	47	1959
Л. польская (*Larix polonica* Racib)	2	51;52	1961
Л. широкочешуйчатая (*Larix eurolepis* A. Henry)	1	48	1959
Л. американская (*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch)	1	53	1963

Для закладки культур 1958-1959 годов в 75 квартале был использован участок площадью 4,5 га, раскорчёванный от лиственного средневозрастного

леса в 1953 году, освобожденный от пней, вспаханный дважды и заборонованный в 1956-1967 годах. Пни корчевали корчевателем-собирателем Д-201В. Предварительного сельскохозяйственного пользования на участке не осуществлялось. Для закладки культур 1961 года использовался соседний участок площадью 2,5 га, занятый постоянным лесосеменным участком. Площадь под посадку культур освобождалась от семенных деревьев путем их пересадки в места выпавших и плохо растущих деревьев в границах ПЛСУ. Перед посадкой культур осенью 1960 года осуществлялась сплошная вспашка, весной 1961 года – дискование почвы кустарниково-болотным плугом. Все культуры 1958-1961 годов закладывались рядовой посадкой со схемой 2,5×0,5 м, при этом каждый ряд имел протяженность около 130 м и разделен на 4 равные части. В первой (северной) четверти рядов были заложены чистые культуры, во второй (южнее) – в смешении с сосной, в третьей – в смешении с елью, в четвертой – в смешении с широколиственными породами. Смешение лиственницы с хвойными и широколиственными породами проводилось через ряд. Разрывы между разными вариантами смешения культур не оставлялись в целях экономии лесокультурной площади. На участках № 42-45 лиственница высажена в смещении с дубом, на участках № 46-52 – с липой и клёном. Лиственница, сосна обыкновенная, ель европейская, липа мелколистная и клён остролистный высажены 2-летними сеянцами, дуб черешчатый посеян желудями [38].

В 1963 году в 74 квартале были заложены культуры лиственницы американской (участок № 53). Семена получены в 1955 году профессором В.П. Тимофеевым. Почва подготовлена путем сплошной вспашки весной в 1957 году и ежегодной перепашки. До посадки лиственницы участок пустовал. Подготовка почвы проведена тщательно, однако, отрицательной стороной данного участка являлась переувлажнённость. Посадочный материал лиственницы американской был привезен 6 мая 1963 года сотрудниками лесничества с питомника Лесной опытной дачи МСХА в количестве 227 молодых деревьев в возрасте 6 лет, высотой от 1,4 до 2,5 м и посажен вечером того же дня на лесокультурную площадь. Чтобы снизить вредное влияние избыточного

увлажнения, ямки для деревьев не выкапывались, и при посадке деревья ставились прямо на землю, при этом корни закидывались землей сверху. Около каждого дерева образовывался холмик диаметром около 1 м. Первоначальная густота посадки лиственницы составляла 378 шт./га. Ввиду небольшого количества, полученного посадочного материала, между рядами лиственницы посажены ряды 3-летних сеянцев липы мелколиственной с Лубнинского питомника. Посадка липы производилась также и в лиственничных рядах в количестве по 4-5 шт. в каждый разрыв. Всего липы высажено на участке 4,3 тыс. шт. Общая площадь, занимаемая посадками, составляла 0,6 га [38; 57].

В закладке опыта географических культур лиственницы принимали участие не только лесоводы Москвы и Московской области, но и большое количество лесоводов, лесников, объездчиков и рабочих из разных регионов, собиравших семена для практической проверки пригодности при создании культур лиственницы в Московской области. Помощь Бронницкому лесничеству была оказана повсеместно. Лесничий П.И. Дементьев был занят в основном на географических посадках лиственницы, поручив помощнику А.И. Пышкину большинство работ по лесничеству. Особенно большую помощь оказал заслуженный деятель науки профессор Тимирязевский сельскохозяйственной академии и заведующий Лесной опытной дачей Владимир Петрович Тимофеев. Его обширные знания по выращиванию лиственницы были вложены в дело полностью. Нельзя обойти молчанием также Владимира Николаевича Вехова, преподавателя кафедры высших растений Московского Государственного Университета, который несколько лет работал на географических культурах. В результате его исследований были определены различия в продолжительности роста разных видов лиственницы, открыты свойства некоторых видов лиственницы давать вторичные (Ивановы) побеги.

Регулярные стационарные наблюдения в культурах 1954-1955 годов проводились ежегодно в течение 24-х лет после закладки, т.е. по 1978 год. Измерения высот деревьев по каждой географической разности во всех вариан-

тах смешения проводились ежегодно с 1956 года (с 4-летнего возраста), измерения диаметров деревьев сосны и лиственницы в чистых и смешанных культурах начали проводить с 1967 года (с 15-летнего возраста), ели – с 1971 года (с 19-летнего возраста). Диаметры деревьев липы и клёна не измерялись. Учет запасов лиственницы в чистых культурах начали проводить в 1962 году (в 10-летнем возрасте), в смешанных лиственнично-сосновых культурах – в 1963 году. Запас лиственницы в смешении с елью, липой и клёном начали определять с 1967 года. Запасы ели, липы и клёна определялись с 1971 года [38].

Измерения морфометрических показателей деревьев лиственницы проводилось в контрольных рядах. В качестве контрольного брался второй ряд от края каждого участка с северной стороны. В 1959 году контрольные ряды были отмечены вбитыми в землю металлическими колышками, окрашенными в голубой цвет [38]. В качестве примера приводим контрольный ряд культур экотипа № 4, семенной материал из Вельского района Архангельской области (рисунок 4). Сведения о протяженности контрольных рядов на географических культурах лиственницы в 1954-1955 гг. приводятся в приложении Б.

Благодаря скрупулезной работе сотрудников лесничества, сохранилась полная информация по всем этапам создания объекта. По каждому экотипу велся журнал с записью всех наблюдений. Данные о географических культурах Бронницкого лесничества регулярно публиковались П.И. Дементьевым [36-41].

На Лесной опытной даче МСХА многие десятилетия проводились мелкоделяночные опыты с географическими культурами основных лесообразующих пород. Профессор В.П. Тимофеев и лесничий П.И. Дементьев при закладке географических культур учли опыт заложенных ранее культур и предусмотрели неизбежный отпад деревьев, увеличив первоначальное количество высаживаемых сеянцев с таким расчетом, чтобы иметь достаточно большое количество деревьев к возрасту спелости [66; 148].

Рисунок 4 – Контрольный ряд культур экотипа № 4, семенной материал из Вельского района Архангельской области, 1958 год

Профессор В.П. Тимофеев при закладке опытов с географическими культурами предложил в плане эксперимента принимать во внимание целый ряд факторообразующих показателей. В их перечень входит: видовой состав породы и происхождение семян отдельных экотипов, устойчивость, форма ствола и крон деревьев, запас деловых стволов. Учитывались экология и физиология акклиматизируемого поколения, включая наблюдения за фенологией пожелтения хвои, влияние ранних и поздних заморозков и устойчивость к заболеваниям [66].

Изучалась приживаемость культур, конкуренция интродуцентов с аборигенными породами за почвенно-световые ресурсы, способность давать естественное возобновление. Исследователей интересовало проявление гетерозиса у гибридов лиственницы. Проводилось изучение роста и устойчивости культур, связанных с местом происхождения семенного материала лиственницы по широте, долготе и высоте над уровнем моря с целью создания постоянной ле-

сосеменной базы, районирования территории при перенесении семян и сеянцев, но, главное, с целью подбора типов культур и планирования искусственного восстановления [38; 109; 148].

Особое внимание уделялось месту расположения будущих культур. Участок, занятый географическими посадками лиственницы, расположен на нижней трети склона слабопокатого водораздела речек Отры и Вохринки, являющихся притоками реки Москвы, с абсолютной отметкой над уровнем моря около 200 м. Почвы опытного участка на момент посадки культур представлены средними суглинками различной степени оподзоленности. В восточной и западной частях опытного участка почвы приобретают серый цвет и оглеены [38].

Лиственница требует глубоких, свежих почв с достаточным количеством доступной влаги, хорошей аэрацией и грунтовыми водами на глубине не менее 1,5-2 м, где исключено переувлажнение почв. Особенно важное влияние на рост лиственницы оказывает глубина залегания грунтовых вод и степень их проточности. Избыток влаги обуславливает низкий воздухообмен в почве, следствием чего является сокращенный прирост, суховершинность и массовое усыхание деревьев. В особенности это проявляется на суглинистых почвах с равнинным рельефом, которые способны принимать и длительно удерживать большое количество влаги [148]. Выраженный микрорельеф опытного участка усугубляет отрицательное воздействие избытка почвенной влаги на рост лиственницы. Периодическое переувлажнение поверхности почвы, неглубокое залегание глеевого горизонта и грунтовых вод снижали рост и развитие молодых деревьев лиственницы и препятствовали образованию глубокой корневой системы. Даже временное переувлажнение верхних горизонтов почвы в микропонижениях на тяжелых глинистых почвах приводило к пожелтению хвои, сокращению периода и энергии роста и выпадению лиственницы [93; 94].

Тщательно выполненная подготовка почвы при закладке участка под географические культуры не смогла полностью ликвидировать резко выра-

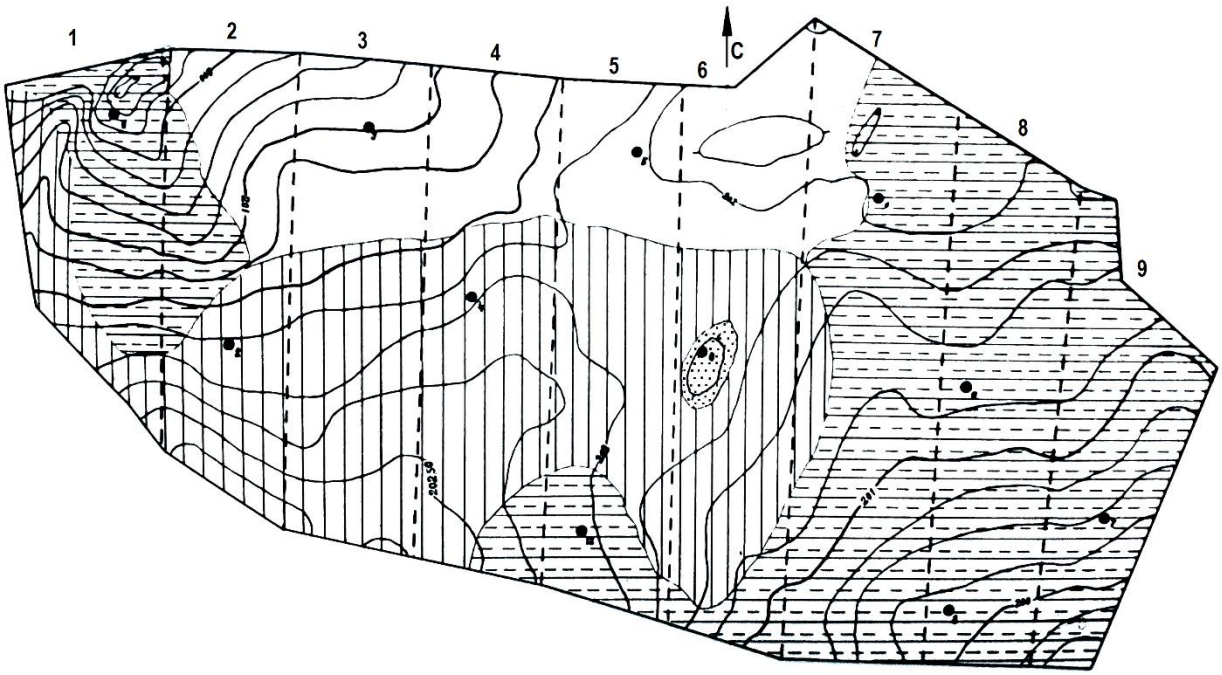
женный микрорельеф поверхности почвы опытного участка, поэтому отдельные пониженные места отличались от общего фона поверхностным избыточным увлажнением. Гибель культур лиственницы на суглинистых почвах ровных и пониженных мест в периоды продолжительной сырой погоды могла приобрести массовый характер. При этом наиболее чувствительной к переувлажнению почв, недостатку аэрации и тепла является лиственница сибирская, менее чувствительной является лиственница европейская. Лиственница Сукачёва занимает промежуточное положение [93; 94].

В связи избыточным увлажнением почв на опытном участке в 1955-1956 годах произведено строительство сети осушительных канав общей протяженностью более 11 км с устройством 13 мостиков для переезда. Осушительные канавы прокладывались вручную во избежание повреждения деревьев лиственницы [38].

Почвенное обследование опытного участка было проведено аспирантом профессора В.П. Тимофеева В.В. Надеждиным в мае-июне 1963 года по методике, разработанной Почвенным институтом АН СССР [93; 94; 116]. По результатам обследования была составлена почвенная карта (рисунок 5).

По данным В.В. Надеждина, почвенный покров участка географических культур не однороден и представлен дерновыми (подтип глеево-дерновые) и дерново-подзолистыми (подтип глеевато-дерново-подзолистые) почвами. Преобладающими являются глеево-дерновые оподзоленные почвы, занимающие 22,57 га, глеевато-дерново-среднеподзолистые почвы занимают 14,07 га, глеевато-дерново-слабоподзолистые – 8,26 га, глеевато-дерново-сильноподзолистые – 0,24 га. Почвообразующие породы представлены покровными карбонатными суглинками и покровными суглинками (классификация почв лесолуговой зоны СССР, составленная кафедрой почвоведения МСХА, 1964 г.) [24; 94].

В характерных местах опытного участка были заложены 11 почвенных разрезов глубиной от 1,5 до 2,5 м и 12 разрезов глубиной от 1 до 1,5 м. Рядом с опытным участком в естественном дубовом и березовом насаждениях были заложены 2 разреза глубиной до 2,5 м [93; 94].



ЭКСПЛИКАЦИЯ

Индекс	Название почвы	Механический состав	Почвообразующие породы	Условия рельефа	Площадь, га
	Дерново-слабоподзолистая глееватая	Средний крупно-пылеватый суглинок	Покровные суглинки	Пологие склоны	8,26
	Дерново-среднеподзолистая глееватая				14,07
	Дерново-сильноподзолистая глееватая		Покровные карбонатные суглинки	Повышенные участки склона	0,24
	Дерново-глеевая оподзоленная	Тяжелый иловато-крупнопылеватый суглинок		Лощинообразные понижения	22,57

Рисунок 5 – Почвенная карта участка географических культур лиственницы (по данным В.В. Надеждина)

Специальные исследования влияния микрорельефа на приживаемость и рост лиственницы, проведенные в Бронницком лесничестве В.В. Надеждиным в 1962-1963 годах показали, что вследствие избытка влаги, недостатка почвенного кислорода и тепла в процессе вегетации, период роста и прирост лиственницы в микропонижениях оказались задержанными, отпад деревьев – повышенным. В годы обильных летних осадков у лиственницы в понижениях и на тяжелых суглинках хвоя начала желтеть и опадать в первой половине августа, на следующий год в понижениях образовались выпады деревьев. При этом в пределах вида экологические требования лиственницы в зависимости от происхождения различны. Лиственница сибирская и её экотипы, произрастающие высоко над уровнем моря, наиболее негативно переносят избыток и застой влаги в почве [93; 94].

Виды и формы лиственницы, успешно произрастающие в Московской области и подзоне хвойно-широколиственных лесов, не переносят переувлажнения почв. Появляющееся в переувлажненных почвах закисное железо оказывает токсичное действие на проростки лиственницы [148].

Лесорастительные свойства глеевато-дерново-подзолистых почв (поля № 3-6), глубина залегания глеевого горизонта (150-200 см) вполне соответствуют биологическим особенностям лиственницы. Этот тип почв преобладает в зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов и при благоприятных условиях рельефа и наличии близкого залегания карбонатных пород широко используются для выращивания высокопродуктивных культур лиственницы. В целом водно-физические свойства почв опытного участка не имеют существенных различий и могут быть признаны однородными. Лесорастительные свойства почв опытного участка различны [93; 94].

Наиболее пригодны для культур лиственницы крупнозернистые и крупнопористые почвы. На мелких почвах успешное произрастание возможно по берегам рек и ручьев. Лиственница хорошо переносит смытые почвы на склонах и по берегам оврагов. К химическому составу почв лиственница не требовательна. Для лесных культур лиственницы в Московской области подходят мощно- и среднедерновые, слабо- и среднеподзолистые, суглинистые и супесчаные почвы на супесях и легких суглинках, серые супесчаные и легкосуглинистые почвы, серые лесные суглинки на лёссе или аллювиально-делювиальном суглинке, темно-серые лесные суглинки или деградированные черноземы на суглинках или глинах [148]. Лучшими для культур лиственницы в условиях лесничества являются среднеподзолистые легкие суглинки и супеси [94].

Лиственница как род исторически сформировалась в условиях гор и континентального климата, в связи с этим порода отличается повышенной требовательностью к обмену воздуха, его сухости, большому количеству тепла в течение вегетационного периода и низким температурам в зимнее время. Наличие указанных условий при достаточном количестве воды в почве определяет

повышенную транспирацию и ассимиляцию лиственницы, способствует быстрому росту, прямоствольности, устойчивости к заболеваниям и конкурентоспособности в борьбе с другими породами при совместном произрастании. При большой влажности, пониженных температурах в период вегетации и плохом проветривании у деревьев лиственницы замедляется транспирация, нарушается интенсивность дыхания и ассимиляции; деревья замедляются в росте, образуют много искривленных побегов-стволов, покрываются лишайниками и отпадают. Быстро сменяющее весну жаркое лето при достаточном количестве влаги в почве благоприятно для роста лиственницы [148].

Важным условием успешного роста культур лиственницы является также правильный выбор рельефа местности и экспозиции склона. По данным профессора В.П. Тимофеева, лучший рост культур лиственницы наблюдается на склонах. В северных и северо-западных районах Ленинградской, Псковской, Тверской и Новгородской областей, а также в Эстонии, Латвии, Литве и Белоруссии – на южных и восточных склонах, а в южных и восточных районах Курской, Воронежской, Тамбовской и Ульяновской областей – в пониженных, но не заболоченных местах и на северных и западных склонах [148].

В 1979 году Решением Московского областного Совета народных депутатов от 02.10.1979 года № 1225 квартала с географическими культурами Бронницкого лесничества были отнесены к категории лесов «научного и исторического значения», однако Решение не было утверждено Правительственным постановлением, что впоследствии негативно сказалось на отношении к уникальным культурам. При отсутствии какого-либо финансирования в 90-е годы, они практически оказались забытыми и, лишь после придания в 1996 году Виноградовскому лесхозу статуса «Опытного хозяйства», возобновились активные наблюдения и исследовательские работы в них. В 1999 году Виноградовским лесхозом проведена инвентаризация географических культур и сделаны сравнительные выводы о состоянии древостоев различных видов и экотипов лиственницы [57].

В 2004-2005 годах аспирантом Н.Н. Карасевым в рамках подготовки диссертации на соискание учёной степени кандидата с-х. наук на тему: «Повышение продуктивности лесов Московской области путём интродукции лиственницы», – в составе группы исполнителей под руководством к.с.-х.н. П.Г. Мельника проведено полное обследование географических культур лиственницы и собран большой объём полевой информации [57].

В настоящее время географические культуры лиственницы перешагнули 67-летний возраст. Это позволяет сделать обоснованные выводы о продуктивности и экологической устойчивости экотипов в местных лесорастительных условиях. Наши исследования проведены преимущественно в чистых культурах, а также в смешении с аборигенными породами и основываются на исторических материалах постоянных пробных площадей и полевых данных, собранных в период с 2010 по 2021 год. Для изучения отобраны 6 видов лиственницы: сибирская (*Larix sibirica* Ldb.), Сукачёва (*Larix Sukaczewii* Djil.), европейская (*Larix decidua* Mill.), даурская (*Larix dahurica* Turcz), Чекановского (*Larix Czekanowskii* Sz.) и японская (*Larix leptolepis* Gord.). В географических культурах каждый вид лиственницы представлен экотипами из различных районов ареала, отстоящих друг от друга на несколько градусов широты. Лиственница сибирская представлена 14 экотипами, Сукачёва – 13 экотипами, европейская – 5 экотипами, даурская – 3 экотипами, Чекановского и японская – по 1 экотипу. Общее количество изучаемых географических разностей – 37 шт.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВ И ЭКОТИПОВ ЛИСТВЕННИЦЫ

Лиственница в России произрастает в основном в зонах тайги и смешанных лесов, в Сибири и незначительно в зоне лесостепи. На европейской части России растут лиственницы европейская и Сукачёва.

Лиственница европейская (*Larix decidua* Mill) впервые выделена в самостоятельный вид ботаником Ф. Миллером в 1754 году, назвавшим её западноевропейкой или опадающей. Вид имеет разорванный ареал и произрастает естественно в хвойных и смешанных лесах Альпийских, Карпатских и Судетских гор Средней Европы от 44 до 50° северной широты, где образует высокопроизводительные древостои, особенно на южных склонах. Как высокогорное дерево, лиственница европейская в Альпах вместе с елью и кедром достигает пределов распространения древесной растительности. Наибольшая высота произрастания в Альпах – 2500 м над уровнем моря [9; 148].

Близка к лиственнице европейской лиственница польская (*Larix polonica* Racib.), выделенная в 1980 году польским ботаником М. Рациборским в ранг отдельного вида. Вид имеет две территориальные разновидности, произрастающие естественно в Татрах, Карпатах и в бассейне реки Вислы (равнинная раса). Высота над уровнем моря, на которой произрастают материнские древостои лиственницы европейской и польской, оказывают большое влияние на рост и устойчивость потомства [148].

По отношению к влаге, лиственница европейская является типичным мезофитом, избегает заболоченных и сухих песчаных почв. В благоприятных лесорастительных условиях деревья достигают высоты 40-52 м при толщине до 1,6 м. Максимальный возраст составляет 500-600 лет [148].

Интродукция лиственницы европейской с восточных частей ареала и лиственницы польской с местопроизрастаний на высоте 500-800 м над уровнем моря в западные и центральные области европейской части России дала положительные результаты [148].

В условиях Бронницкого лесничества лиственница европейская представлена пятью экотипами, существенно отличающимися по географическому происхождению. Экотипы № 15 и 17 являются Татрской разновидностью лиственницы европейской, происходят из предгорий Карпат, семена собраны на юго-восточной границе ареала вида в Европе. Экотипы № 18, 24 и 37 являются вторым и третьим поколением судетской формы, получены из семян, собранных в искусственных насаждениях, произрастающих в равнинных условиях в зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов далеко за пределами ареала [93; 94].

Наиболее существенными климатическими факторами, определяющими рост и развитие растений, являются продолжительность вегетационного периода, его обеспеченность теплом и влагой. В Карпатах лиственница европейская растет в более благоприятных условиях в течение вегетационного периода, чем в Московской области. Безморозный период составляет 170 дней, период с температурой выше 0 °С – 270 дней, средняя температура самого теплого месяца (июля) – +22 °С, абсолютный минимум температуры составляет -31 °С. В Московской области безморозный период значительно короче – 120 дней, период с температурой выше 0 °С составляет 215 дней, средняя температура в июле – +18 °С, абсолютный минимум составляет -34 °С. Важным показателем является обеспеченность вегетационного периода теплом. В условиях предгорий Карпат температура выше +10 °С держится 155 дней, сумма положительных температур выше +10 °С составляет 2350 °С. В Московской области количество дней при температуре выше +10 °С составляет 135, сумма положительных температур выше +10 °С – 2000 °С.

Районы происхождения семян существенно отличаются по режиму увлажнения. В Карпатах имеет место устойчивое увлажнение, засухи в течение вегетационного периода крайне редки, осадков выпадает на 200-300 мм больше, чем в центральной зоне европейской части РФ. Рост лиственницы в Карпатах, в условиях умеренно-континентального климата, происходит при

устойчивой теплой погоде и достаточном увлажнении. Московская область является также перспективным районом интродукции лиственницы европейской, в условиях региона лиственница находится в сравнительно хороших условиях роста, растет по I_a и I классам бонитета [149].

Лиственница Сукачёва (*Larix Sukaczewi* Djil) описана Ф.И. Рупрехтом в 1845 году, В. Шафером в 1913 году и В.Н. Сукачёвым в 1924-1934 годах в ранге северо-западной разновидности лиственницы сибирской, отличающейся рядом морфологических и эколого-биологических особенностей. Лиственница Сукачёва в 1947 году выделена Н.В. Дылисом в самостоятельный вид с естественным распространением на западе от Онежского озера и Белого моря до Урала и р. Оби на востоке, т.е. до западной границы ареала лиственницы сибирской. Южной границей произрастания вида является граница таежных лесов европейской части России [9; 148].

В наиболее суровых условиях, на Северном Урале, лиственница Сукачёва образует сплошные чистые массивы. В лучших почвенно-климатических условиях эта порода встречается в смешанных древостоях. Растёт с елью, пихтой и сосной.

Наиболее ценный генетический фонд лиственницы Сукачёва сосредоточен в зонах смешанных и южно-таежных лесов европейской части России и Среднем Урале, дает высокий эффект при разведении в лесостепных районах Северного Кавказа и Западной Сибири; в более тепло- и влагообеспеченных районах уступает лиственницам европейской и польской, на лесосеках и пожарищах зачастую выступает в качестве лесообразующей породы пионерного типа, предпочитает подзолистые или дерново-подзолистые почвы, холодостойка, светолюбива, требовательна к влажности почвы и воздуха, но избегает избыточного увлажнения, тяготеет к почвенным разностям, содержащим известь. В благоприятных лесорастительных условиях деревья достигают высоты 35-40 м при толщине 1,5 м. Максимальный возраст – 400 лет [148].

При интродукции лиственницы Сукачёва, наилучший рост наблюдается в центральной части подзоны хвойно-широколиственных лесов и лесостепи европейской части России [148].

В настоящем исследовании лиственница Сукачёва представлена 13 экотипами, характеризующими все основные естественно-исторические районы произрастания вида. Описание климатических условий районов сбора семян свидетельствует о существенном различии территорий по условиям термического режима, обеспеченности влагой, условиям вегетации растений. Анализ климата районов произрастания материнских древостоев позволяет утверждать, что лучшие экологические условия роста имеют экотипы № 4, 12, 29, 31 и 39 из Архангельской, Кировской, Смоленской и Нижегородской областей. Отличительными особенностями климата районов происхождения семян, обуславливающих интенсивный рост древостоев лиственницы Сукачёва, являются большая продолжительность безморозного и вегетационного периода, высокая обеспеченность положительными температурами ($\Sigma T>+10°$), плавное нарастание и снижение положительных температур. По климатическим условиям районы происхождения данных экотипов наиболее близки к Московской области. Районы происхождения северных и северо-восточных экотипов характеризуются менее благоприятными климатическими условиями [93; 94].

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb.) впервые описана К.Ф. Ледебуром в 1833 году. Произрастает на территории Западной и Восточной Сибири от нижнего и среднего течения Оби до Байкала, от тундры на севере до Алтая и Саян на юге. В горах поднимается до верхней границы леса (Алтай – 2400 м над уровнем моря) [148].

Ареал сибирской лиственницы прерывистый. На северо-западе она смешивается с лиственницей Сукачёва, на востоке – с лиственницей даурской, где в результате естественной гибридизации появляются новые формы (лиственница Чекановского и др.). Лиственница сибирская растет в тундре и на высокогорных склонах, на песчаных, глинистых, скелетных почвах, в условиях веч-

ной мерзлоты и в сухих пристепных условиях. В благоприятных лесорастительных условиях деревья достигают высоты 30-45 м при толщине до 1,8 м. Максимальный возраст составляет 300-400 лет [9; 148].

Обширный ареал лиственницы сибирской, произрастающей в разных природных, климатических, орографических и почвенных условиях, обуславливает широкую изменчивость вида, следствием чего является наличие большого количество разновидностей и экотипов, приуроченных к отдельным районам ареала и различающихся по биологическим, экологическим и хозяйственным свойствам.

В.Н. Сукачёв в 1924 году выделил три разновидности лиственницы сибирской: обскую (*larix sibirica obensis* Suk.), произрастающую в бассейне Оби, алтайскую (*larix sibirica altaica* Szafer) – на Алтае и енисейскую (*larix sibirica ienieseensis* Suk.) – в бассейне Енисея. Н.В. Дылис в 1947 году в пределах *larix sibirica* s.str. выделил пять географических рас: полярную (*larix sibirica var. polaris* Djil.), алтайскую (*larix sibirica var. altaica* Djil.), саянскую (*larix sibirica var. sajanensis* Djil.), ленскую (*larix sibirica var. lenensis* Djil.) и байкальскую (*larix sibirica var. baicalensis* Djil.) [138].

Наиболее ценный генофонд лиственницы сибирской сосредоточен в области ее наибольшего распространения: в равнинных, предгорных и низкогорных популяциях Южной Сибири. Наиболее продуктивные и устойчивые культуры выращены из семян, собранных в лесостепных, подтаежных и южно-таежных районах Сибири. Потомства высокогорных и северо-таежных популяций имеют низкую продуктивность. При интродукции в подзону хвойно-широколиственных лесов и лесостепь европейской части России, наилучший рост лиственницы сибирской отмечен в восточной части этих природных зон [148].

В Бронницком лесничестве лиственница сибирская представлена 14 экотипами, относящимися к выделенным В.Н. Сукачёвым разновидностям. Климатические условия произрастания лиственницы сибирской существенно

ухудшаются по мере продвижения по широте на север или по высоте к вершинам гор, по мере продвижения на восток по долготе. Наиболее благоприятные экологические условия роста имеют экотипы № 3, 7, 8, 10, 33, 34 и 36 из Омской, Московской, Иркутской областей и Красноярского края [93; 94].

Полиморфизм лиственницы сибирской является положительным признаком при определении перспектив интродукции. В свою очередь результат интродукции зависит от географического, экологического происхождения, семенного материала и климатических условий района интродукции [33].

А.В. Гурский неоднократно подчеркивал важность изучения экологических условий в местах естественного произрастания интродуцированных растений [33]. А.П. Тольский в результате исследований климатических условий произрастания лиственницы сибирской указывал на недостаточность данных о температурном режиме и осадках для характеристики мест заготовки семенного материала [166]. Помимо указанных показателей необходимо учитывать степень континентальности климата, частоту и продолжительность зимних оттепелей, размеры и сроки прекращения весенних заморозков. Указанные показатели оказывают влияние на рост древостоев лиственницы.

А.П. Тольский и В.П. Тимофеев относят лиственницу сибирскую к древесным породам, предъявляющим довольно высокие требования к обеспеченности влагой [149; 160; 166]. В условиях Сибири лиственница удовлетворяется годовым количеством осадков 400-500 мм, при этом необходимо учитывать пониженные летние температуры, при которых указанное количество осадков по сравнению с европейской частью РФ является довольно высоким.

Лиственница даурская (*Larix dahurica* Turcz) естественно произрастает в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и северо-востоке КНР. На севере образует границу леса с тундрой (до 72,5° с.ш.), на юге по горным хребтам заходит в зоны хвойно-широколиственных лесов и сухих степей (до 40° с.ш.). Лиственница даурская расселилась на огромной площади и является господствующей древесной породой на большей части Восточной Сибири и Дальнего Востока. На равнинах и в горах образует чистые или смешанные с сосной

и елью древостои. Произрастает в условиях многолетней мерзлоты и увеличивающейся к северо-востоку континентальности. Наилучший рост наблюдается на дренированных суглинистых умеренно-увлажненных почвах, содержащих известь. В изреженных древостоях имеет свилеватую древесину. В перестойном возрасте образует многовершинный ствол. Достигает 30-35 м высоту и 0,5-1 м в диаметре. Максимальный возраст – 360-400 лет [148].

Н.В. Дылис выделил две географические расы лиственницы даурской: западную (*Larix dahurica* ssh. *dahurica* Djil.) и восточную (*Larix dahurica* ssh. cajanderi Mayr.), которые он назвал рангом подвида. Западный подвид (лиственница Гмелина) занимает пространства бассейнов Вилюя, Нижней Тунгуски, Витима, Олёкмы, Шилки и верхнего Амура западнее реки Лены. Восточная раса (лиственница Каяндера) занимает приблизительно половину от общего ареала и от реки Лены подходит к побережью Охотского моря [94].

На границах своего обширного ареала вид смешивается на западе с лиственницей сибирской, на востоке с лиственницей камчатской, на юго-востоке – с ольгинской, вследствие чего образует ряд гибридов [148].

В изучаемых культурах лиственница даурская представлена четырьмя экотипами: из центральной равнинной части ареала – экотипы № 23, 28 и юго-западной горной части – экотипы № 6 и 35. Все четыре экотипа относятся к лиственнице Гмелина [93; 94].

Лиственница японская или тонкочешуйчатая (Кемпфера) (*Larix leptolepis* Gord.) имеет ограниченный и разорванный ареал в центральной части Японии (о. Хонсю). Произрастает на высокогорьях от 900 до 2700 м над уровнем моря, распространена на юго-востоке Азии и на Сахалине. Формирует чистые древостои или смешанные с елью, тсугой, сосной и березой, в понижениях – с дубом, буком и грабом. Предел морозостойкости составляет -28 °С. Лучше, чем другие виды лиственницы выносит затенение. Не переносит застоя воды. На родине растет на разных типах почв, в том числе вулканических, за исключением болот и торфяников, но лучше всего развивается на свежих и мощных глинистых и песчаных почвах. Достигает 35-40 м в высоту и до 1 м в диаметре.

Максимальный возраст – 360-400 лет. Естественные леса лиственницы Кемпфера занимают лишь 6902 га [56]. Вид характеризуется высокими показателями роста и устойчивостью к ступенчатому раку, эти свойства привлекли лесоводов многих стран, в Европе вид впервые интродуцирован в 1861 году, в России культивируется с 1880 года В условиях Бронницкого лесничества представлен единственным экземпляром из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22).

Лиственница Чекановского (*Larix Czekanowskii* Sz.) появилась в результате естественного скрещивания лиственниц сибирской и даурской (Гмелина), встречается на границе ареалов вышеуказанных видов. Распространяется от полуострова Таймыр до юга Забайкальского края и далее в Монголии. Встречается в Якутии, Бурятии, Иркутской и Читинской областях и Красноярском крае. В сравнении с родительскими видами характеризуется более интенсивным ростом. Плохо переносит затенение. Достигает в высоту 35-40 м и 0,8-1,8 м в диаметре. Максимальный возраст – 300-400 (800) лет [48]. В условиях Бронницкого лесничества представлена единственным экотипом из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5).

Материнские древостои, являвшиеся источником семян для изучаемых опытных культур, находятся в различных географических странах: Фенноскандия (экотип № 40), Восточно-Европейская равнина (экотипы № 1, 4, 7, 8, 12, 18, 24, 26, 29, 31, 36, 37, 39), Урал (экотипы № 13, 14, 21, 32, 38), Карпаты (экотипы № 15 и 17), Западно-Сибирская равнина (экотипы № 3, 19, 27), Средняя Сибирь (экотипы № 10, 16, 23, 28, 30, 33), Алтае-Саянская горная страна (экотипы № 9, 11, 20, 25, 34), Прибайкалье и Забайкалье (экотипы № 2, 5, 35), Даурская страна (экотип № 6) и Амуро-Сахалинская страна (экотип № 22).

Экотипы различаются принадлежностью к разным расам. Абсолютное большинство относятся к равнинным, однако встречаются плакорные и горные представители. Вышеуказанные географические разности сформировались под влиянием особенностей рельефа, климата, почвенно-грунтовых усло-

вий и растительности. Районы происхождения семян существенно различаются по степени изменчивости основных климатических показателей: обеспеченности светом, влагой, теплом, по степени проявления особых экологических условий (многолетняя мерзлота в Якутии, экспозиция склонов на Горном Алтае). Таким образом, в каждой климатической области у лиственницы выработался определенный ритм вегетации под влиянием местного светового, температурного режимов и баланса влаги. При перенесении в Московскую область у первого поколения лиственницы наследуются ритмы вегетации, свойственные материнским древостоям. Климатические показатели Московской области отличаются от показателей регионов произрастания материнских древостоев, что оказывает существенное влияние на рост исследуемых культур.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ РОСТА ЭКОТИПОВ В ТЕЧЕНИЕ ПЕРИОДА ВЕГЕТАЦИИ

В географических опытах всегда уделяли большое внимание изучению динамики и продолжительности роста в течение вегетационного периода под воздействием климатических условий. Продолжительность роста у разных видов лиственницы различна и меняется по годам под влиянием климатических факторов [94].

По данным профессора В.П. Тимофеева, в Московской области наибольшим периодом роста в течение вегетации характеризуются культуры лиственницы европейской – около 90 суток, лиственниц Сукачёва и сибирской – 70-80-суток, лиственницы даурской – 40 суток. Особенностью биологии лиственницы европейской является более продолжительный период роста, чем у вышеуказанных видов лиственницы. Появляясь почти одновременно, хвоя лиственницы европейской желтеет на 20-25 дней позже, чем у лиственниц Сукачёва, сибирской и даурской. В условиях Лесной опытный дачи МСХА раннее начало роста отмечено у лиственницы даурской. Спустя 3-5 дней начинается рост побегов лиственницы европейской, затем лиственниц Сукачёва и сибирский. Наиболее ранее окончание роста свойственно лиственнице даурской, наиболее позднее – лиственнице европейской [148].

В течение вегетационного периода в условиях Бронницкого лесничества лиственница отличается большей продолжительностью и интенсивностью роста по сравнению с коренными хвойными лесообразующими породами. В начале вегетации и в процессе интенсивного роста в высоту отмечается прямая зависимость интенсивности роста от температуры и осадков. По продолжительности роста лиственница в два раза превышает сосну и близка к лиственным породам. Интенсивный прирост в высоту у лиственницы наблюдается в июне-августе, коренные хвойные породы к этому времени уже заканчивают рост. Растянутый период роста позволяет лиственнице получать воду и минеральные элементы дольше, чем их получают другие древесные породы. Про-

должительность и интенсивность роста лиственницы напрямую зависят от степени развития деревьев. Развитые деревья имеют более длинный период роста и больший суточный прирост, чем менее развитые [93; 94].

Ускоренный рост лиственницы объясняется биологическими особенностям этой породы. По данным профессора Л.А. Иванова, фотосинтетическая способность у лиственницы выше, чем у сосны и ели [53]. По фотосинтезу лиственница приближается к лиственным древесным породам. За единицу времени они поглощают больше углекислоты воздуха, чем хвойные [94].

В Бронницком лесничестве географические культуры лиственницы 1954-1955 годов выращены в одинаковых почвенных и агротехнических условиях, в одни и те же календарные годы, но, в зависимости от видового состава лиственницы и происхождения семян, существенно различаются между собой по продолжительности и интенсивности роста в течение вегетационного периода [94].

В 1957-1958 годах на географических культурах В.Н. Веховым (МГУ) проведено изучение продолжительности роста разных видов и экотипов лиственницы. По его данным установлено, что лиственница европейская растёт в Московской области дольше, чем экотипы лиственниц сибирской, Сукачёва и даурской, средняя продолжительность роста по годам составляла от 93 до 113 суток. Максимальной продолжительностью роста характеризовались экотипы лиственницы из Ивано-Франковской области Украины (ППП 15 и 17) – более 110 суток. Средняя продолжительность роста лиственницы Сукачёва составляла от 71 до 94 суток, лиственницы сибирской – от 44 до 97 суток, лиственницы даурской – от 50 до 86 суток. В культурах лиственницы Сукачёва самым продолжительным ростом характеризовался экотип из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39), в культурах лиственницы сибирской – экотип из Ермаковского района Красноярского края (ППП 34), в культурах лиственницы даурской – экотип из Александрово-Заводского района Читинской области (ныне Забайкальского края) (ППП 6) (рисунки 6-9).

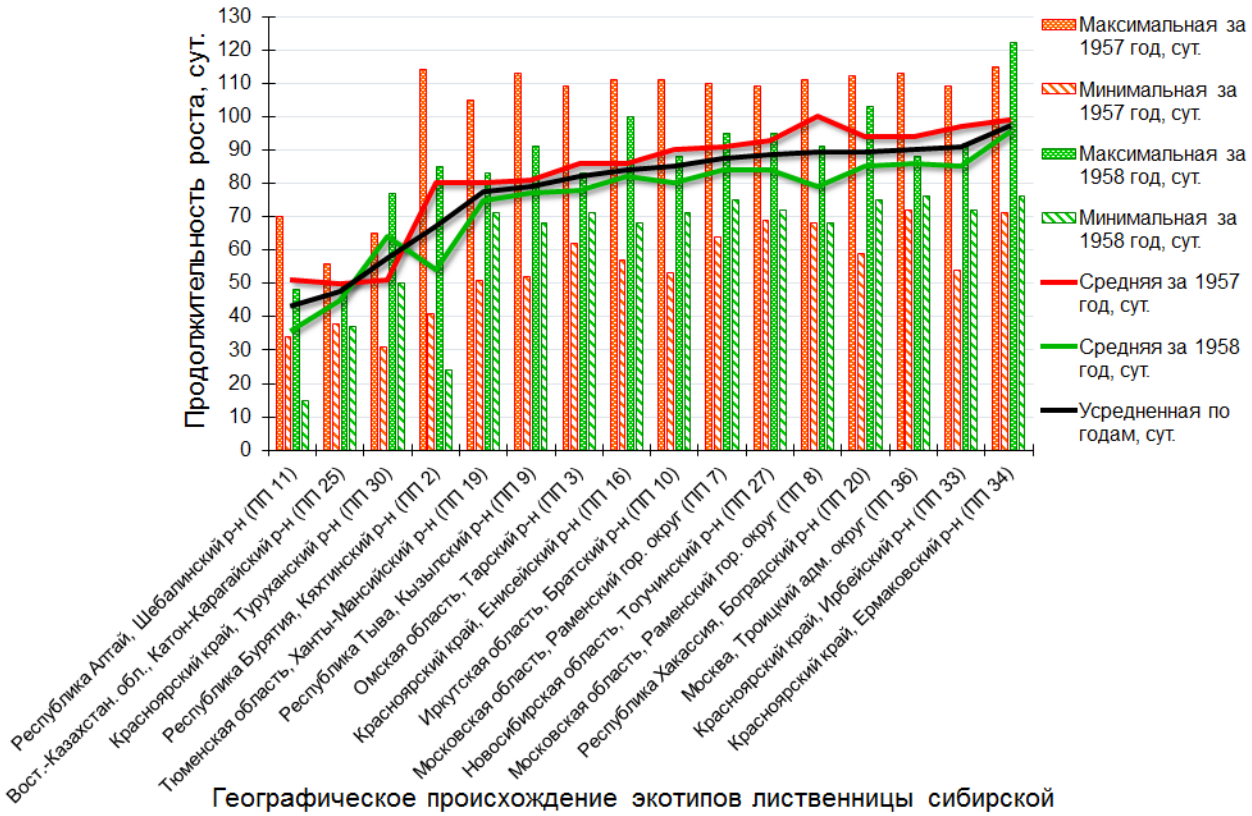


Рисунок 6 – Продолжительность роста экотипов лиственницы сибирской за 1957-1958 гг.

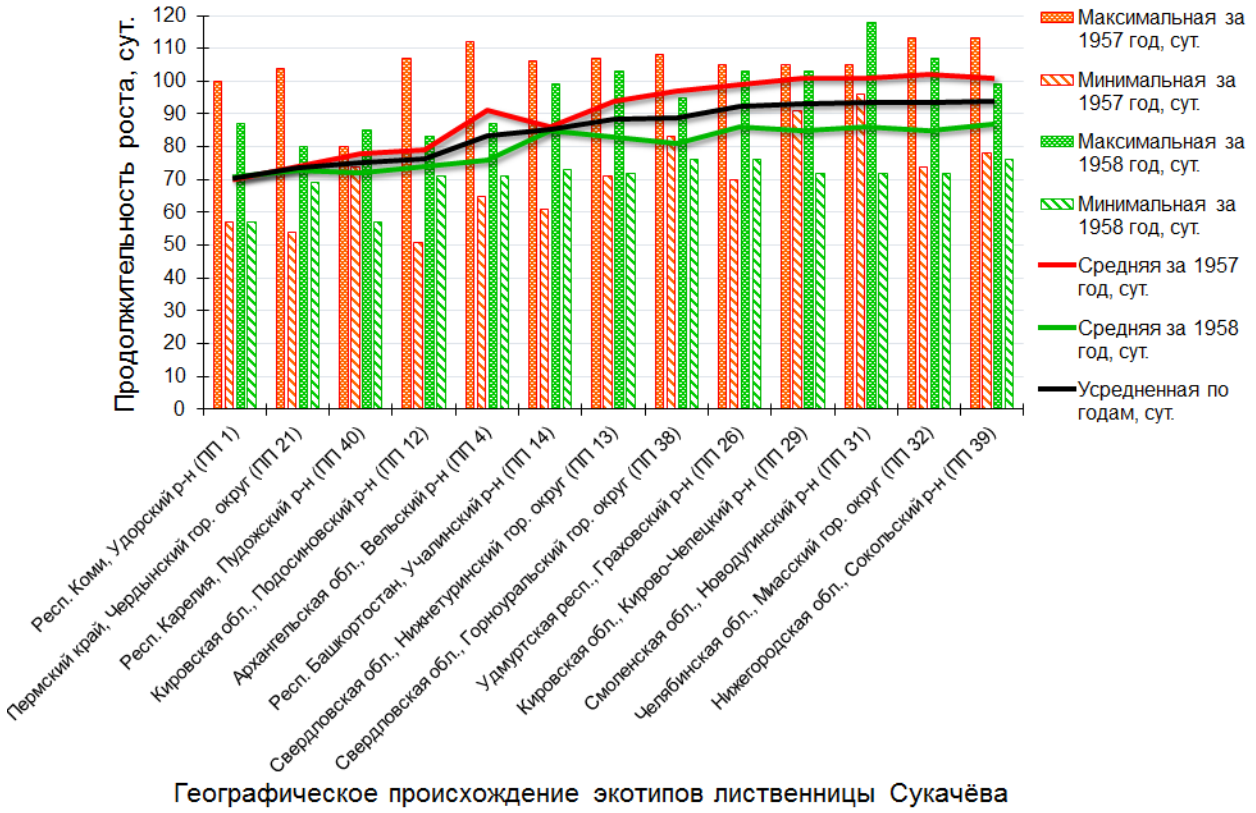


Рисунок 7 – Продолжительность роста экотипов лиственницы Сукачёва за 1957-1958 гг.

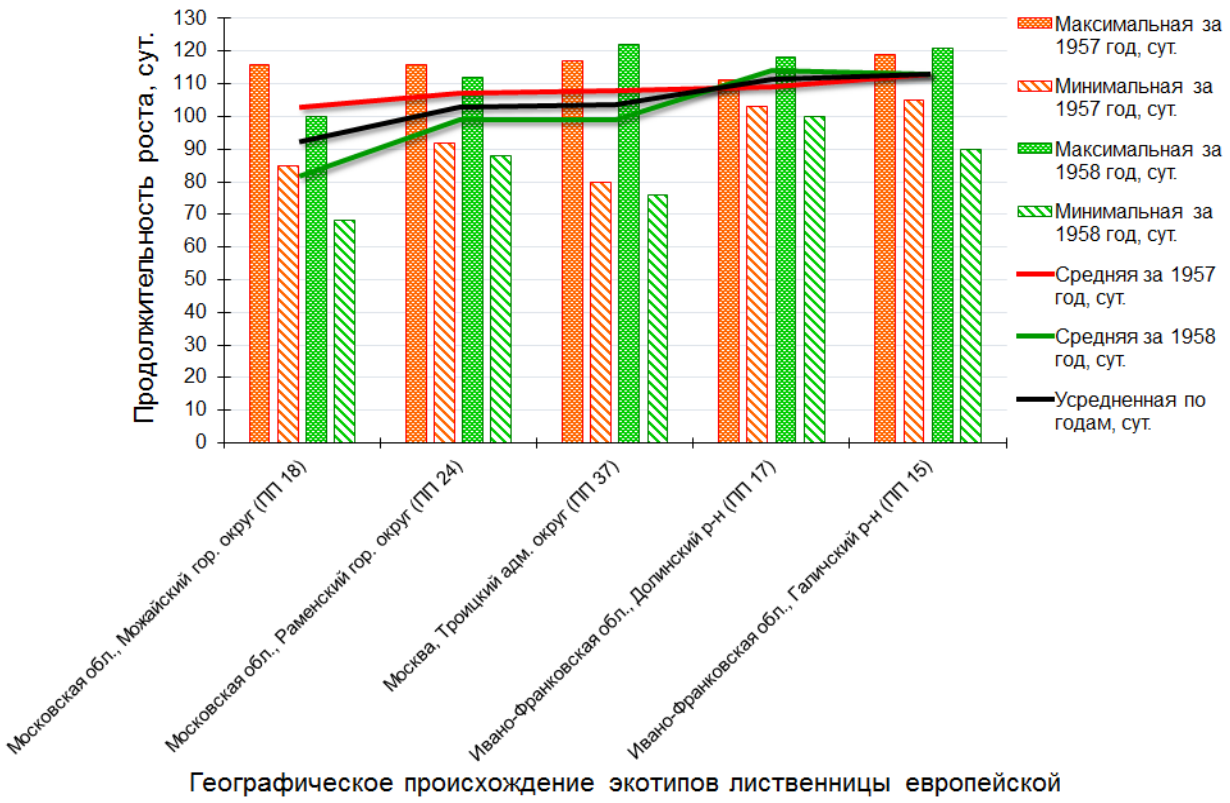


Рисунок 8 – Продолжительность роста экотипов лиственницы европейской за 1957-1958 гг.

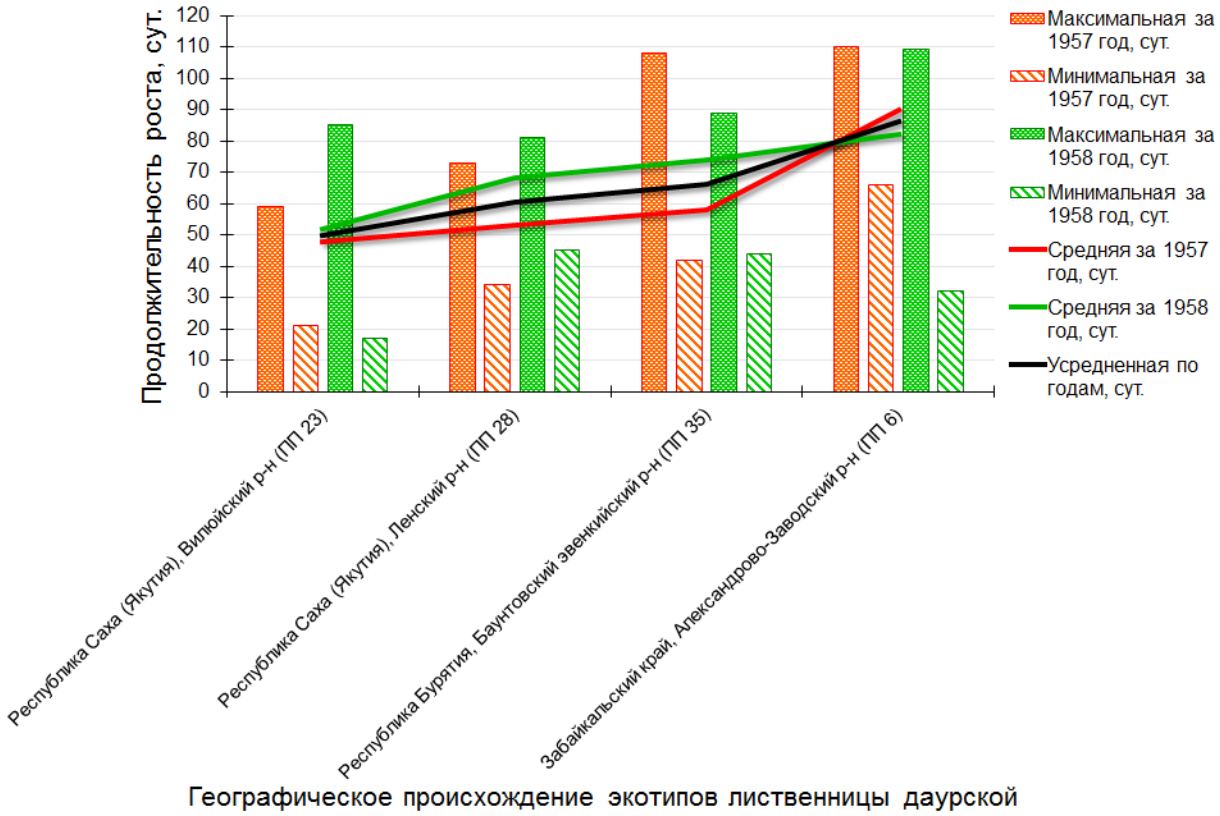


Рисунок 9 – Продолжительность роста экотипов лиственницы даурской за 1957-1958 гг.

Дальнейшие исследования продолжительности роста видов и экотипов лиственницы проводились В.В. Надеждиным в 1962-1963 годах. Средняя продолжительность роста лиственницы по годам изменялась слабо. У лиственницы европейской в 1962 году средний период роста составлял 89 суток, в 1963 году – 84 суток, у лиственницы Сукачёва – соответственно 67 и 64 суток, у лиственницы сибирской – 62 и 61 суток, у лиственницы даурской – 56 и 63 суток. Максимальный период роста за несколько лет отмечен у лиственницы европейской (рисунок 10).

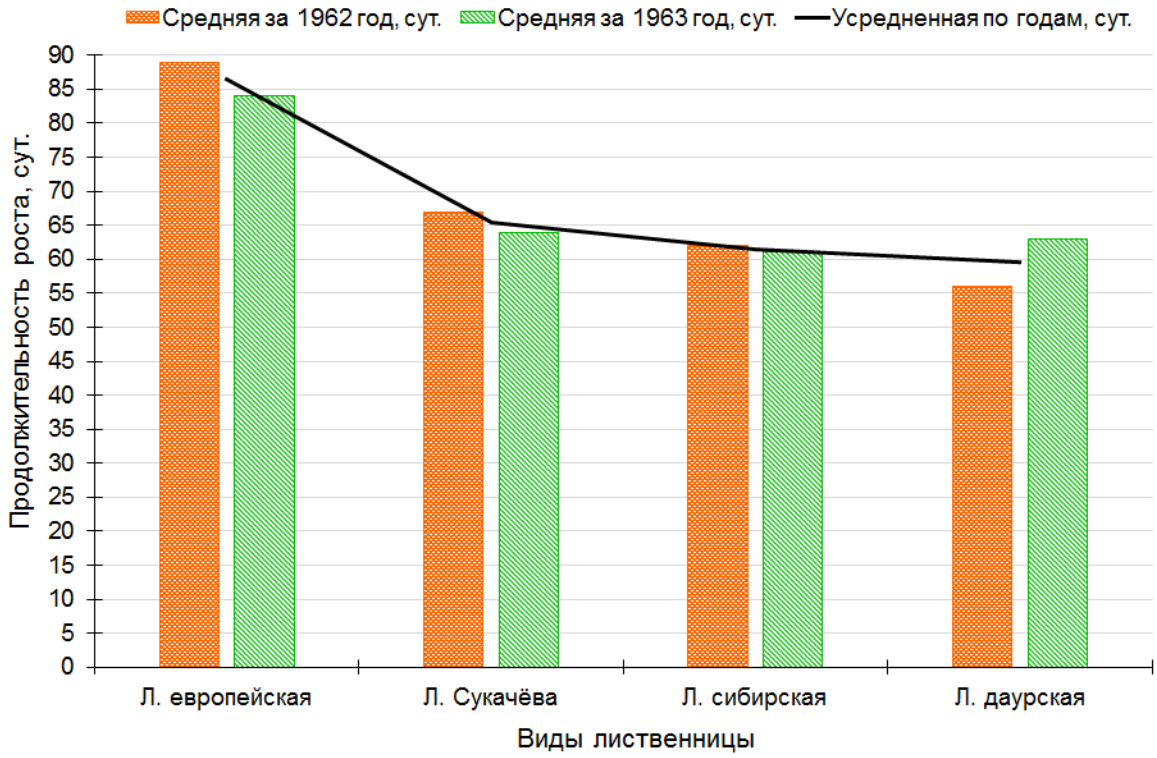


Рисунок 10 – Продолжительность роста лиственницы за 1962-1963 гг.

Еще существеннее оказались различия по продолжительности периода роста в пределах одного вида лиственницы у экотипов из разных частей ареала. Чем он обширнее, тем больше проявляются данные различия. Лиственница сибирская характеризуется обширным ареалом, вследствие чего период роста у различных экотипов существенно различается. Ареал лиственницы Сукачёва занимает, по сравнению с лиственницей сибирской, небольшую территорию с равнинным рельефом, этим объясняется незначительное колебание

периода роста в сравнении с другими видами. Лиственница европейская имеет небольшую территорию искусственного распространения, однако амплитуда колебаний среднего периода роста в пределах вида по данным В.В. Надеждина составляла в 1962 году от 64 до 104 суток, в 1963 году – от 60 до 103 суток. В культурах лиственницы Сукачёва амплитуда колебаний аналогичного показателя в 1962 году составляла от 52 до 81 суток, в 1963 году – от 55 до 85 суток, у лиственницы сибирской в 1962 году – от 39 до 83 суток, в 1963 году – от 25 до 76 суток, у лиственницы даурской в 1962 году – от 18 до 77 суток, в 1963 году – от 26 до 88 суток [93; 94].

Изучая биологию лиственницы разного географического происхождения на Лесной опытной даче МСХА и в Бронницком лесничестве, профессор В.П. Тимофеев определил, что у второго и третьего поколения лиственницы европейской в процессе адаптации к новым условиям произрастания изменяется фенологический спектр, укорачивается период роста и охвоения в течение вегетационного периода. Рост древостоев первого поколения в новых климатических и лесорастительных условиях во многом определяется наследственностью и протекает в соответствии с особенностями роста материнских древостоев в местах естественного произрастания. В культурах второго поколения лиственницы европейской (судетской), полученных из семян, собранных на Лесной опытной даче, пожелтение и опадание хвои наступает на 7-8 суток раньше, чем у материнского древостоя, выращенного из семян, привезенных в 1870 году из Судет. В культурах третьего поколения пожелтение и опадание хвои наступает на 4-5 дней раньше, чем в древостое второго поколения. У лиственницы Сукачёва наоборот, хвоя в культурах второго и третьего поколения желтеет и опадает на 3-4 суток позже, чем хвоя материнского древостоя, полученного из семян, собранных в Архангельской области. На основе данных фенологических наблюдений за осенним пожелтением хвои лиственниц европейской (судетской) и Сукачёва в насаждениях Лесной опытной дачи можно утверждать, что культуры лиственницы второго и третьего поколения адапти-

руются к новым условиям произрастания изменяя срок вегетации [148]. В результате сокращения периода роста, культуры лиственницы европейской не повреждаются ранними осенними заморозками и приобретают большую устойчивость. Отрицательной стороной адаптации является снижение периода камбиальной деятельности и уменьшение текущего прироста по объёму ствола, влекущие снижение производительности лесных культур [82].

В условиях Бронницкого лесничества экотипы лиственницы европейской из Ивано-Франковской области Украины (первое поколение) имеют период роста на протяжении ряда лет более 100 суток, а экотипы из Московской области (второе поколение) – около 80 суток. У второго поколения лиственницы европейской вегетационный период менее продолжителен, пожелтение хвои (в 14-16 летнем возрасте) наступает на несколько дней раньше, чем у материнского древостоя. Таким образом проявляется акклиматизация второго поколения в новых условиях роста. Виды и экотипы с наиболее продолжительным периодом роста обладают большей интенсивностью роста и большим средним приростом за год. Следствием этого является высокая продуктивность древостоев. Однако необходимо упомянуть, что культуры лиственницы европейской в первые годы роста сильно повреждались поздними весенними и ранними осенними заморозками. В условиях Ивано-Франковской области Украины период с устойчивой теплой погодой длится на месяц дольше, чем в Московской области, что благоприятствует продолжительной вегетации лиственницы европейской в течение 190-215 суток, против 135 суток в Московской области. Экотипы лиственницы европейской из Ивано-Франковской области не имели достаточной приспособленности к условиям роста в Московской области, вследствие чего часто повреждались заморозками [148].

Профессор М.Д. Мерзленко рекомендует создавать лесосеменные плантации лиственницы европейской из семян лучших экотипов в местах их исторического естественного произрастания и осуществлять перенесение лесосеменного материала в оправдавшие себя интродукционные регионы [82]. Однако при таком подходе первое поколение культур, находясь в новых условиях

произрастания, окажется неустойчивым перед ранними осенними заморозками, что негативно отразится на качестве стволовой древесины и повлечет дополнительные затраты при уходе. Основываясь на рассуждениях, что оптимум пригодности экотипа в конкретных условиях произрастания заключается в единении параметров продуктивности, качества древесины и устойчивости, мы считаем необходимым применять в производстве лесосеменной материал, собранный в культурах интродуцированных экотипов первого поколения. Полученные адаптированные культуры второго поколения промышленного назначения будут соответствовать вышеперечисленным лесохозяйственным требованиям.

Проведенное визуальное обследование чистых географических культур Бронницкого лесничества осенью 2019 года подтвердило выводы профессора В.П. Тимофеева о наиболее продолжительной вегетации лиственницы европейской в сравнении с описываемыми видами лиственницы. На 26 октября в охвоённом состоянии находились все экотипы лиственницы европейской и частично культуры лиственницы Сукачёва из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31). Остальные экотипы лиственниц Сукачёва, сибирской и даурской закончили вегетацию раньше и полностью сбросили хвою. На рисунке 11 слева представлены пожелтевшие кроны лиственницы европейской из Галичского района Ивано-Франковской области (ППП 15), справа – обнажённые кроны лиственницы Сукачёва из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14).

Рост культур первого поколения в новых условиях во многом определяется наследственностью и протекает в соответствии с особенностями роста материнских древостоев в местах естественного произрастания. По данным В.П. Тимофеева и В.В. Надеждина, в Бронником лесничестве продолжительность роста культур лиственницы Сукачёва из Удорского района Коми (ППП 1) в течение вегетационного периода в 1962 году составляла 55 суток; из Исовского района (ныне Нижнетуринского гор. округа) Свердловской об-

ласти (ППП 13) – 64 суток; из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39) – 85 суток; лиственницы сибирской из Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанский области Казахстана (ППП 25) – 25 суток; из Тарского района Омской области (ППП 3) – 58 суток; лиственницы европейской из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) – 104 суток, из Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкого адм. округа Москвы) (ППП 37) – 92 суток [93; 94; 148].

Рисунок 11 – Осенее пожелтение хвои в культурах лиственницы европейской 67 лет, из Галичского района Ивано-Франковской обл. (ППП 15)

Для культур лиственниц японской (Кемпфера) и европейской, особенно из Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), характерно наличие значительного количества деревьев с искривленными стволами, встречаются стволы с искривлениями в двух плоскостях – разногорбые и червеобразные. Наиболее резко кривоствольнось деревьев выражена в молодняках и в молодых

частях деревьев более старших возрастов. Кривыми по большей части бывают деревья, отстающие в росте, угнетенные (внутри массива), а также чрезмерно развитые (опушечные). С возрастом кривизна ствола сглаживается вследствие ее перемещения в молодые верхушечные части, а также за счёт естественного отпада деревьев с искривлениями или их вырубки при уходе [148].

По нашему мнению, кривоствольность характерна для опушечных деревьев и исключительно развитых внутри культур, имеющих наибольшую высоту и выбивающихся из общего массива культур на стадии молодняка. Подобные деревья наиболее сильно подвергались ранним осенним заморозкам. Повреждённые деревья в массиве культур отставали в росте по причине подмерзания верхушечных побегов, продолжая рост весной за счет развития боковых почек, и постепенно перешли в подчиненную часть полога. Опушечные деревья также имели повреждения верхушечных и боковых побегов и сохранили кривоствольность, но вследствие интенсивного использования почвенно-световых ресурсов и меньшей конкуренции сохранили высокую степень развития. Иной причиной кривоствольности деревьев в культурах быстрорастущих видов и экотипов лиственницы является перегущенность. Близкорасположенные развитые деревья в процессе роста вступают в борьбу за световые ресурсы, вследствие чего стволы начинают искривляться или наклоняться во взаимно противоположные стороны.

По данным профессора В.П. Тимофеева, в культурах лиственниц сибирской и Сукачёва за 23 года наблюдений на Лесной опытной даче МСХА не было случаев повреждения верхушечных побегов ранними осенними заморозками. Побеги регулярно заканчивали рост до наступления заморозков. Культуры лиственниц европейской (судетской), польской, шотландской и широкочешуйчатой имеют длительный период роста, побеги деревьев не всегда одревесневают до наступления ранних осенних заморозков. В возрасте до 5 лет верхушечные побеги лиственницы часто повреждались ранними осенними заморозками и следующий весной рост побегов начинался с неповрежденных

боковых почек, в результате чего стволики искривлялись, но в процессе дальнейшего роста в течение 4-5 лет искривление зарастало и становилось незаметным [148].

В зависимости от климатических условий продолжительность роста лиственницы в течение вегетационного периода сильно изменяется, что отмечено рядом исследований [133]. На основании сопоставления продолжительности роста лиственницы сибирской из Сонского лесхоза Хакасской автономной области Красноярского края (ныне Республики Хакассии) с сосной и елью в условиях Лесной опытной дачи МСХА профессор В.П. Тимофеев определил, что при произрастании в единых лесорастительных условиях в течение 23 лет учёта, лиственница сибирская опережала по продолжительности роста сосну на 24 суток (32 %) и ель – на 34 суток (43 %). При благоприятных климатических условиях лиственница имела более высокую продолжительность роста. В 1966 году лиственница сибирская росла в высоту на 43 суток дольше сосны и на 69 суток дольше ели, в 1968 году – на 41 суток дольше сосны и на 64 суток дольше ели. Однако, в 1958 году, при неблагоприятных климатических условиях, рост лиственницы задержался на трое суток по сравнению с сосной. В остальные годы лиственница опережала сосну и ель по продолжительности роста в высоту [148]. По данным В.В. Огиевского и А.А. Медведевой, в Сонском лесхозе Республики Хакассии лиственница сибирская имела меньшую продолжительность роста в течение вегетационного периода в сравнении с Московской областью [104]. Данное обстоятельство объясняется более благоприятными гидротермическими и световыми условиями для роста лиственницы в Московской области, чем в местах естественного произрастания.

У лиственницы, сосны и ели продолжительность роста в течение вегетационного периода по диаметру больше, чем по высоте. Продолжительность роста лиственницы по диаметру и высоте зависит от климатических условий. В пределах вида она изменяется в зависимости от географического происхождение семян. Культуры северного и горного происхождения по отношению к объекту географических культур имеют наименьший период роста, из южных

регионов – больший период роста. Высокопродуктивные культуры лиственницы имеют значительно большую продолжительность роста в течение вегетационного периода, чем сосновые и еловые древостои, в аналогичных условиях произрастания [148].

На продолжительность и интенсивность роста лиственницы в лесных наслаждениях оказывает влияние также густота произрастания и степень развития деревьев. Чистые древостои средней густоты с большим количеством деревьев I-II классов роста, хорошо развитыми кронами и корневыми системами имеют большую продолжительность и интенсивность роста в течение вегетационного периода в сравнении с густыми древостоями с большим количеством угнетенных деревьев [148].

ИЗУЧЕНИЕ РОСТА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

Влияние географического происхождения на сохранность деревьев лиственницы начало проявляться с первых лет роста культур. В 1969 году П.И. Дементьев опубликовал перечень экотипов лиственницы, культуры которых в 13-летнем возрасте опережали по средней высоте сосну. Наилучший рост имели экземпляры лиственниц европейской из Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкого адм. округа Москвы) (ППП 37), Сукачёва из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39), сибирской из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33), европейской из Бронницкого района (ныне Раменского гор. округа) Московской области (ППП 24) и Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) [38].

Хороший рост по аналогичному показателю имели культуры лиственниц сибирской из Тарского района Омской области (ППП 3) и Братского района Иркутской области (ППП 10), японской (Кемпфера) из Томаринского гор. округа Сахалинской области (ППП 22), сибирской из Ермаковского района Красноярского края (ППП 34), европейской из Уваровского района (ныне Можайского гор. округа) Московской области (ППП 18), Сукачёва из Висимского района (ныне Горноуральского гор. округа) Свердловской области (ППП 38) и Краснобаковского района Горьковской (ныне Нижегородской) области (ППП 41), сибирской из Бронницкого района (ныне Раменского гор. округа) Московской области (ППП 7 и 8), Сукачёва из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31), Кировского (ныне Кирово-Чепецкого) района Кировской области (ППП 29) и Исовского района (ныне Нижнетуринского гор. округа) Свердловская области (ППП 13), европейской из Долинского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 17) [38].

Умеренным ростом отличались культуры лиственниц Сукачёва из Граховского района Удмуртии (ППП 26), сибирской из Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19) и Сонского лесхоза Хакаской автономной

области Красноярского края (ныне Боградского района Республики Хакассии) (ППП 20) [38].

Существенно отставали в росте высокогорные экотипы алтайской географической расы лиственницы сибирской из Шебалинского района Горно-Алтайской автономной области (ныне Республики Алтай) (ППП 11) и Восточно-Казахстанской области Казахстана (ППП 25), а также северный экотип из Туруханского района Красноярского края (ППП 30) и высокогорный экотип из Кызылского района Тывы (ППП 9). Из экотипов лиственницы даурской практически выпала якутская раса (ППП 23 и 28), остальные экотипы также характеризовались высоким отпадом (ППП 6 и 35). Сибирская зима не имеет оттепелей, всякая оттепель вызывает у даурской лиственницы пробуждение ростовых процессов, следующие за оттепелью морозы оказывают отрицательное воздействие на состояние деревьев. На основе вышесказанного, П.И. Дементьев пришел к выводу, что создание насаждений с использованием лиственницы даурской и горных экотипов лиственницы сибирской неперспективно. Среди экотипов лиственницы Сукачёва низкими показателями роста отличались культуры происхождением с черноземов Башкирии (ППП 14) и северный экотип из Коми (ППП 1) [38].

В.В. Надеждин по результатам обследования 4 видов и 19 экотипов лиственницы в 1962-1963 годах на дерново-подзолистых глееватых среднесуглинистых почвах отмечал, что к 12-летнему возрасту древостои различных видов и экотипов существенно отличались по устойчивости, сохранности и продуктивности, по средней высоте и диаметру, по продолжительности и интенсивности роста в течение вегетационного периода [93; 94].

Из четырех изученных В.В. Надеждиным видов лиственницы – сибирской, Сукачёва, европейской и даурской к 12 годам наиболее устойчивыми и продуктивными в сопоставимых условиях оказались первые три. Лиственница даурская характеризовалась низкой устойчивостью и имела неудовлетворительный лесохозяйственный результат [93; 94].

Влияние географического происхождения семян на сохранность деревьев различных видов лиственницы проявилось уже в первые годы роста культур. По сохранности деревьев на единице площади культур виды лиственницы располагались в порядке убывания: сибиская, Сукачёва, европейская, даурская. По устойчивости к абиотическим и биотическим повреждениям деревьев изученные виды лиственницы располагались следующим образом: самой устойчивой являлась лиственница Сукачёва, затем лиственницы сибирская, европейская и даурская. В пределах вида очень резко выделились экотипы, существенно различающиеся по биологическим и лесоводственным признакам [93; 94].

Среди культур пяти анализируемых экотипов лиственницы Сукачёва по устойчивости, интенсивности и продолжительности роста в течение вегетационного периода лучшими являлись культуры из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской области) области (ППП 39); удовлетворительными – из Вельского района Архангельской области (ППП 4) и Исовского района (ныне Нижнетуринского гор. округа) Свердловской области (ППП 13); худшими – из Удорского района Коми (ППП 1) и Чердынского района Пермского края (ППП 21) [93; 94].

Среди культур семи экотипов лиственницы сибирской лучшими по аналогичным признакам являлись культуры из Ирбейского и Ермаковского районов Красноярского края (ППП 33 и 34), Братского района Иркутской области (ППП 10); удовлетворительными – из Тарского района Омской области (ППП 3) и Енисейского района Красноярского края (ППП 16); худшими – из Шебалинского района Горно-Алтайской автономной области (ныне Республики Алтай) (ППП 11) и Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области Казахстана (ППП 25), относящиеся к Алтайской географической расе лиственницы сибирской [93; 94].

Среди культур четырех экотипов лиственницы европейской лучшие показатели имели культуры из Галичского района Ивано-Франковской области

Украины (ППП 15); на второй позиции находился экотип из Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкого адм. округа Москвы) (ППП 37). Средние показатели имели культуры из Уваровского и Бронницкого районов (ныне Можайского и Раменского гор. округов) (ППП 18 и 24) [93; 94].

Анализируемые культуры лиственницы даурской из Вилюйского района Якутии (ППП 23), Баунтовского района Бурятии (ППП 35) и Александрово-Заводского района Читинской области (ныне Забайкальского края) (ППП 6) не проявили жизнестойкости, имели низкие показатели роста и высокий отпад. Для Московской и сопредельных областей эти экотипы лесохозяйственного значения не имеют [93; 94].

На основе проведенных исследований В.В. Надеждин пришел к выводу, что перенесение семян лиственницы сибирской и Сукачёва с востока на запад, при идентичной или близкой широте и высоте над уровнем моря, не оказывает выраженного влияния на рост древостоев в новых условиях. Перенесение семян этих видов лиственницы в широтном направлении допустимо только в пределах 3°. Перенесение семян на большее расстояние по широте оказывает отрицательное влияние на рост и сохранность культур. Когда географическое происхождение семян существенно отличается по широте от места закладки культур, происходит задержка роста лиственницы и интенсивное выпадение культур [93; 94].

В Московской и соседних областях (55° с. ш.) могут использоваться семена лиственниц сибирской и Сукачёва, заготовленные в древостоях, произрастающих в равнинных и плакорных местоположениях, в пределах 53-57° с. ш. Перемещение семян лиственниц европейской и сибирской в меридианном направлении решающего значения не имеет. При заготовке и перенесении семян необходимо очень тщательно учитывать видовую принадлежность и географическое происхождение лиственницы [93; 94; 148].

Профессором В.П. Тимофеевым в 1977 году приведена таксационная характеристика 23-летних географических культур лиственниц Сукачёва, сибир-

ской и европейской. По его данным, культуры лиственницы Сукачёва из семян, заготовленных в местах близких по широте и высоте над уровнем моря к Бронницкому лесничеству, а именно: из Верхне-Волжского лесхоза Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39), Граховского района Удмуртии (ППП 26) и Вельского района Архангельской области (ППП 4) отличались продолжительным ростом в течение вегетационного периода и имели наибольшую среднюю высоту, средний диаметр, запас и средний прирост. Культуры лиственницы Сукачёва более северного происхождения из Удорского района Коми (ППП 1), а также из семян высокого положения над уровнем моря из Учалинского района Башкирии (ППП 14) имели наиболее короткий период роста и наименьшие таксационные показатели. Остальные экотипы заняли промежуточное положение. В.П. Тимофеев отмечал, что культуры на ППП 1, 4 и 21 на стадии молодняка акклиматизируются в процессе роста и улучшают свои позиции, в то время как остальные устойчиво сохраняют высокие или низкие позиции [148].

Культуры лиственницы сибирской из Тарского района Омской области (ППП 3), Ирбейского района Красноярского края (ППП 33), Братского района Иркутской области (ППП 10) и Бронницкого лесничества, представленные вторым поколением лиственницы, завезенной в Московскую область из Сонского лесхоза Хакасской автономной области Красноярского края (ныне Боградский район Республики Хакассии) (ППП 7 и 8), отличались высокими таксационными показателями, интенсивным и продолжительным ростом. Северные и горные экотипы из Туруханского района Красноярского края (ППП 30), Кызылского района Тывы (ППП 9), Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области Казахстана (ППП 25), Шебалинского района Горно-Алтайской автономной области (ныне Республики Алтай) (ППП 11) имели низкие показатели роста. Высокогорные формы алтайской расы (ППП 11 и 25) имели высокий отпад в первые годы роста и в 5-10-летнем возрасте отмечено полное выпадение культур. Остальные экотипы заняли промежуточное положение между вышеуказанными [148].

Лиственница европейская представлена в географических культурах первым поколением из семян, заготовленных в Западной Украине (ППП 15 и 17) и вторым поколением культур Московской области (ППП 18, 24 и 37). По продолжительности роста лиственница европейская в Московском регионе опережает лиственницы сибирскую и Сукачёва (средняя продолжительность роста – около 90 суток). Вследствие длительного периода роста деревья на стадии молодняка повреждались ранними осенними заморозками. Прирост по диаметру и объемной массе у лиственницы европейской выше чем у лиственниц Сукачёва и сибирской, поэтому по накоплению общей массы, запасу и приросту экотипы лиственницы европейской заняли первое место, однако масса древесины лиственницы европейской значительно меньше, чем лиственницы Сукачёва, в результате чего прирост и запас по весовой массе у лиственниц сибирской и Сукачёва выше, чем у лиственницы европейской. На основании вышесказанного профессор В.П. Тимофеев считал лучшей по таксационным и лесоводственным показателям (устойчивости, форме ствола и кроны деревьев) лиственницу Сукачёва из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39). Лучшие культуры лиственницы европейской по объёму деловых стволов получены из семян, собранных в Красно-Пахорском лесхозе Московской области (ныне Троицкий адм. округ Москвы) (ППП 37) худшие – из семян, собранных в Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) [148].

Профессором В.П. Тимофеевым определена зависимость роста и устойчивости культур от происхождения семян по широте, долготе и высоте над уровнем моря. Перемещение семян лиственниц Сукачёва и сибирской с востока на запад или в долготном направлении при близких значениях северной широты и высоты над уровнем моря не оказывает отрицательного влияния на рост лиственницы в новых равнинных условиях умеренно континентального климата и даже улучшает рост древостоев, в результате чего бонитет повышается на 1-2 класса. Перемещение семян в широтном направлении допустимы

только в пределах 3-4°. Более существенные перемещения оказывают отрицательное влияние на рост и сохранность лиственницы – замедляется рост культур, понижается сохранность. С увеличением возраста древостоев и естественным отпадом медленно растущих деревьев разница в показателях роста между экотипами сглаживается [148].

Перемещение семян по высоте над уровнем моря допустимо в пределах 300-500 м. Горные экотипы лиственниц Сукачёва и сибирской с высот 700-800 м и более в равнинных условиях Московской и смежных областей имеют замедленный рост и повышенный отпад, а с высот 1200-1500 м с первых лет после закладки культур имеют очень низкие ростовые показатели и интенсивный отпад, к 5-10 годам гибнут. Таким образом, северные и горные формы лиственниц Сукачёва и сибирской, исторически произрастающие в иных климатических условиях, характеризуются низкими таксационными показателями и для создания лесных культуры в Московской и смежных с ней областях подзоны хвойно-широколиственных лесов не пригодны [148].

Культуры лиственниц европейской и широкочешуйчатой, а также польской и курильской в более влажных и теплых условиях климата имеют хороший рост и заслуживают широкого внедрения. В географических культурах Бронницкого лесничества наиболее быстрым ростом (I_b бонитет) характеризовались экотипы лиственницы Сукачёва из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39), Граховского района Удмуртии (ППП 26), Вельского района Архангельской области (ППП 4), лиственницы сибирской – из Тарского района Омской области (ППП 3) и Ирбейского района Красноярского края (ППП 33), лиственницы европейской – из Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкого адм. округа Москвы) (ППП 37) и Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15). Материнские древостои вышеперечисленных экотипов имеют близкие условия произрастания к условиям Бронницкого лесничества. Культуры лиственниц европейской и сибирской, полученные из местных семян, являясь

вторым и третьим поколением, приспосабливаются к новым условиям, имеют интенсивный рост и формируют продуктивные и устойчивые древостои [148].

На основании проведенных исследований, профессор В.П. Тимофеев писал, что из сопоставленных 3 видов и 34 климатических экотипов лиственницы в географических культурах Бронницкого лесничества первое место по средней высоте, среднему диаметру и запасу принадлежит лиственнице европейской, полученной из соседнего с Бронницким лесничеством – Красно-Пахорского лесхоза (ППП 37) и относящейся ко второму поколению лиственницы судетской формы [148].

Лучшими видами лиственницы в подзоне хвойно-широколиственных лесов и лесостепи европейской части России являются сибирская, Сукачёва и европейская, при этом лиственница сибирская – для более континентальных условий восточной части лесорастительных зон, Сукачёва – для умеренно-континентальных центральных условий произрастания и европейская – для западных (более влажных и теплых) [148].

В пределах каждого вида лиственницы необходимо отбирать наиболее устойчивые и продуктивные экотипы и популяции, по своему происхождению близкие по географической широте и высоте над уровнем моря к местам их лесовыращивания [148].

Подробное обследование географических культур 43- и 50-летнего возраста проведено Н.Н. Карасевым под научным руководством П.Г. Мельника в 2004-2005 годах. В результате обработки полевого материала получены таксационные характеристики экотипов, позволяющие оценить потенциальную продуктивность культур лиственницы в Московской области [57; 73].

На момент обследования интенсивным естественным отпадом характеризовались культуры лиственниц сибирской и даурской, созданные из семенного материала, собранного в удаленных от объекта исследования регионах и горных территориях. Полностью выпали культуры на ППП 11, 23, 25 и 45 [57; 73].

Сравнивая исследуемые виды лиственницы по среднему диаметру, Н.Н. Карасев пришел к выводу, что максимальные значения показателя имела

лиственница польская, минимальные – лиственница даурская. Культуры из Скяжиско и Макса Виисс Польши (ППП 51 и 52) в возрасте 43 лет имели средний диаметр 27,9 см и 32,1 см соответственно. Среди экотипов лиственницы европейской максимальные значения показателя отмечены в культурах из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) – 28,7 см и Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкого адм. округа Москвы) (ППП 37) – 27,6 см. Наименьшее значение показателя в культурах 1954-1955 годов имел экземпляр из Уваровского района (ныне Можайского гор. округа) Московской области (ППП 18) – 20,5 см. От вышеназванных видов незначительно отставал экотип лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского гор. округа Сахалинской области (ППП 22) со средним диаметром 24,2 см [57; 73].

Лиственница Сукачёва также обладала высокими значениями показателя. Культуры из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) имели средний диаметр 24,5 см, из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39) – 23,7 см. Наименьшим значением среднего диаметра характеризовался экотип из Учалинского района Башкирии (ППП 14) – 18,3 см. Остальные экотипы имели промежуточные значения показателя в диапазоне от 20 до 22,9 см [57; 73].

В древостоях лиственницы сибирской наибольшими значениями среднего диаметра отличались экотипы из Тогучинского района Новосибирской области (ППП 27) – 22,4 см и Ханты-Манскийского района Тюменской области (ППП 19) – 22,3 см. Наименьшими значениями показателя характеризовались культуры из Туруханского района Красноярского края (ППП 30) и Кызылского района Тывы (ППП 9) – 17,6 и 18,8 см соответственно. Значения среднего диаметра остальных экотипов находились в диапазоне от 19,3 до 21,7 см. Лиственница Чекановского, представленная одним образцом из Прибайкальского района Бурятии (ППП 5), имела средний диаметр 21,4 см. Худшие результаты отмечены у лиственницы даурской. Максимальное значение

показателя среди экотипов этого вида лиственницы имели культуры из Баунтовского района Бурятии (ППП 35) – 21,9 см, минимальное – культуры из Ленского района Якутии (ППП 28) – 16,6 см [57; 73].

По средней высоте лидирующие позиции заняли экотипы лиственницы европейской из Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкий адм. округ Москвы) (ППП 37) – 27,9 м и Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) – 27,8 м. Минимальное значение показателя имели культуры из Уваровского района (ныне Можайский гор. округ) Московской области (ППП 18) – 24,7 м. Несколько отставали экотипы лиственницы польской (ППП 51 и 52) – 24,4 и 26,1 м соответственно. Лиственница японская (Кемпфера) занимала нижеследующую позицию по росту после лиственниц европейской и польской, средняя высота экотипа из Томариского гор. округа Сахалинской области (ППП 22) составляла 24,8 м [57; 73].

Среди культур лиственницы Сукачёва максимальные значения показателя имели экотипы из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39) и Висимского района (ныне Горноуральского гор. округа) Свердловской области (ППП 38) – 25,6 и 25,2 м соответственно. Наименьшее значение средней высоты отмечено в культурах из Учалинского района Башкирии (ППП 14) – 21,1 м. В промежуточном положении находились экотипы из Республик Коми, Удмуртии и Карелии, Пермского края, Архангельской, Кировской, Свердловской, Смоленской и Челябинской областей со средней высотой в диапазоне от 21,5 до 24,7 м [57; 73].

В культурах лиственницы сибирской наибольшими значениями показателя отличались экотипы из Тарского района Омской области (ППП 3) – 25,4 м, Ирбейского и Ермаковского районов Красноярского края (ППП 33 и 34) – 25,3 и 24,4 м соответственно. Наименьшие значения показателя отмечены в экотипах из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30) – 21,9 и 22 м соответственно. Остальные экотипы, со средней высотой в диапазоне от 22,1 до 23,9 м, заняли промежуточное положение. Средняя высота культур лиственницы Чекановского

(ППП 5) составляла 22,3 м. В культурах лиственницы даурской максимальное значение показателя имел экотип из Бурятии (ППП 35) – 21,8 м [57; 73].

Безусловным лидером по запасу являлась лиственница европейская, экотип из Бронницкого района (ныне Раменского гор. круга) Московской области формировал к 50 годам максимальный запас стволовой древесины – 1047 м^3/га, несколько уступали культуры из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) – 981 м^3/га. Запас остальных экотипов находился в диапазоне от 630 до 873 м^3/га. При этом средний запас культур составлял 854 м^3/га [57; 73].

Запас культур лиственниц японской (Кемпфера) (ППП 22) и польской (ППП 51 и 52) составлял 838, 852 и 824 м^3/га. В культурах лиственницы Сукачёва наибольшую продуктивность имел экотип из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39) – 723 м^3/га, наименьшую – из Висимского района (ныне Горноуральского гор. округа) Свердловской области (ППП 38) – 440 м^3/га, запас остальных экотипов находится в пределах 452-684 м^3/га. Средний запас культур составлял 575 м^3/га [57; 73].

Среди экотипов лиственницы сибирской наибольший запас имели культуры из Тарского района Омской области (ППП 3) – 679 м^3/га, наименьший – экотипы из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) – 246 м^3/га и Туруханского района Красноярского края (ППП 30) – 242 м^3/га. Средний запас культур составлял 463 м^3/га, что немного превосходило показатели местных хвойных лесообразующих пород (сосны и ели) в 50-летнем возрасте. Лиственница Чекановского (ППП 5) лишь незначительно превосходила лиственницу сибирскую по запасу – 490 м^3/га [57; 73].

Как и по другим вышеприведенным показателям, по продуктивности лиственница даурская характеризовалась худшими результатами. Максимальный запас в культурах этого вида лиственницы отмечен у экотипа из Александрово-Заводского района Читинской области (ныне Забайкальского края) (ППП 6) – 276 м^3/га, продуктивность экотипов из Якутии и Бурятии (ППП 28

и 35) значительно ниже – 115 и 131 м^3/га соответственно. Средний запас культур составлял 174 м^3/га [57; 73].

Значения объема ствола среднего дерева культур лиственницы 1954-1955 годов варьировались в диапазоне от 0,23 до 0,92 м^3. Наибольшие значения показателя отмечены у лиственниц европейской, японской (Кемпфера) и Сукачёва (Новодугино) – от 0,61 до 0,92 м^3, наименьшие – у тувинского, иркутского и красноярских экотипов лиственницы сибирской, башкирского, пермского и челябинского экотипов лиственницы Сукачёва, а также якутского и читинского экотипов лиственницы даурской (от 0,23 до 0,39 м^3). Остальные экотипы заняли промежуточное положение, формируя стволы со средним объемом от 0,40 до 0,56 м^3. В культурах 1958-1961 годов наибольшие значения показателя имели древостои лиственницы польской – 1,05 и 0,80 м^3, наименьшие – комсомольский экотип лиственницы амурской, лиственницы курильская (о. Итуруп) и ольгинская (КНР) – от 0,29 до 0,32 м^3 [57; 73].

В 12 квартале Ильинского лесничества в 1954 году заложены культуры лиственницы японской (Кемпфера) с сосной обыкновенной по аналогии со смешанными географическими культурами лиственницы на ППП 22 в 74 квартале. В мае 2001 года в 50-летних культурах 12 квартала Г.М. Кулаков заложил пробную площадь, с которой были получены следующие таксационные показатели: состав 7Л3С+Б ед. ОЛЧ; класс бонитета – I, полнота – 1,1, запас – 551 м^3/га, средний прирост – 11,7 м^3/га [66].

На основе полученных данных Н.Н. Карасёв пришел к выводу, что в условиях Виноградовского лесхоза лучшим ростом и продуктивностью характеризуются лиственницы европейская, польская, японская (Кемпфера) и Сукачёва. Лучшие экотипы получены из Польши, Украины, Сахалинской, Архангельской, Кировской Смоленской и Ивановской (Нижегородской) областей России. Возможен подбор высокопродуктивных популяций лиственницы сибирской, однако следует отметить, что в большинстве случаев средние таксационные характеристики культур не превосходят показатели местных хвойных

пород и при совместном произрастании без своевременного ухода заглушаются последними [57; 73].

Культуры лиственницы даурской в условиях Московской области нецелесообразны. Имея высокий отпад в процессе роста, они не формируют сомкнутых древостоев и имеют низкие таксационные показатели. Нецелесообразно рекомендовать также лиственницу ольгинскую, несмотря на хороший рост на стадии молодняка она является неустойчивой к засухе [57; 73].

При проектировании лесных культур следует отдавать предпочтение экотипам лиственниц европейской, польской, японской (Кемпфера). В случае отсутствия посадочного материала вышеперечисленных видов целесообразно создавать насаждения лиственницы Сукачёва из семян близлежащих областей [57; 73].

Для получения высококачественной древесины и обеспечения высоких темпов прироста лиственницы необходимо формировать к III классу возраста древостои с густотой 900-1000 шт./га [57; 73].

Подводя итоги под приведенным материалом, необходимо отметить, что профессор В.П. Тимофеев, лесничий П.И. Дементьев и аспирант В.В. Надеждин, анализируя рост географических культур 12-23 лет, отдавали предпочтение лиственницам европейской, Сукачёва и сибирской. Лучшие показатели имели экотипы лиственницы европейской из Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкий адм. округ Москвы) (ППП 37), Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), лиственницы Сукачёва – из Сокольского района Ивановской области (ныне Нижегородской области) (ППП 39), лиственницы сибирской – из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33) и Тарского района Омской области (ППП 3).

Н.Н. Карасев, обследовав опытные культуры спустя 27 лет установил, что лучшим ростом и продуктивностью на объекте характеризуются лиственницы европейская, польская, японская (Кемпфера) и Сукачёва. В культурах лиственницы европейской к 50 годам максимальные показатели имели эко-

типы из Бронницкого района (ныне Раменского гор. круга) Московской области (ППП 24) и Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15). Культуры из Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкий адм. округ Москвы) (ППП 37) находились на третьей позиции по продуктивности. Экотипы лиственницы польской (ППП 51 и 52) и японской (ППП 22) имели высокую продуктивность, несколько уступая лиственнице европейкой на ППП 37. Исследователем отмечена высокая продуктивность культур лиственницы Сукачёва из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39) и лиственницы сибирской из Тарского района Омской области (ППП 3).

Все исследователи указывают на непригодность алтайской расы, горных и северных экотипов лиственницы сибирской, а также лиственницы даурской для создания лесных культур в Московской и сопредельных областях. Вследствие интенсивного отпада и замедленного роста культуры этих экотипов имеют низкие таксационные показатели. Н.Н. Карасев не рекомендует также лиственницу ольгинскую, т.к. несмотря на хороший рост на стадии молодняка культуры неустойчивы к засухе.

С 2004 года по настоящее время под руководством доцента П.Г. Мельника студентами факультета лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства Мытищинского филиала МГТУ имени Н.Э. Баумана проводятся регулярные обследования географических культур, публикуются научные статьи. В последние годы большое внимание уделяется анализу роста и строения отдельных видов и экотипов лиственницы. Ниже приведены основные результаты нескольких обследований, упомянутых в литературе.

На основе перечетов, проведённых в 2011 году в чистых 59-летних культурах, исследователи провели сравнение видов и экотипов лиственницы по основным таксационным показателям. Согласно опубликованным данным, наибольшее значение среднего диаметра имел экотип лиственницы европейской из Галичского района Ивано-Франковской области Украины – 33,9 см.

Наименьшее значение показателя имели культуры лиственницы сибирской из Красноярского края – 19,5 см. Для сравнения всех представленных экотипов был проведён анализ среднегодового прироста по диаметру, максимальное значение которого отмечено у лиственницы европейской – 0,53 см [75].

По средней высоте наблюдалась несколько другая тенденция, лидирующее место занимала лиственница японская (Кемпфера) – 29,3 м, на второй позиции находилась лиственница европейская – 29,1 м. В культурах лиственницы Сукачёва максимальные значения средней высоты имели экотипы из Кировской области и Висимского района (ныне Горноуральский городской округ) Свердловской области – 29,8 и 29,5 м соответственно. Среди экотипов лиственницы сибирской наибольшее значение показателя было отмечено в культурах из Ханты-Мансийского района Тюменской области и Ирбейского района Красноярского края – 28,4 и 27,7 м соответственно. Лиственницы Чекановского и даурская отличались менее интенсивным ростом, чем предыдущий вид, среднее значение рассматриваемого показателя составило лишь 25,7 м. Лидирующие позиции по продуктивности и по количеству деревьев на гектаре заняла лиственница европейская, формируя древостои со средним запасом 1094 м^3/га. Последнее место заняла лиственница даурская – 204 м^3/га [75].

В смешении с сосной обыкновенной средняя продуктивность лиственницы сибирской, представленной 12 экотипами, составляла 509 м^3/га, а усредненный состав вида – 76С24Л. Лиственница Сукачёва в смешении с сосной представлена 13 экотипами. Средний запас вида – 557 м^3/га, усредненный состав – 73С27Л. Наиболее успешным видом для создания смешанных с сосной древостоев является лиственница европейская, представленная 5 экотипами со средним запасом 762 м^3/га. Все испытанные экотипы лиственницы европейской опережают в процессе роста сосну и занимают господствующее положение в древостоях. Максимальной продуктивностью на момент обследования отличался экотип из Галичского района Ивано-Франковской области Украины. Среди экотипов лиственницы Сукачёва преимущество перед сосной по продуктивности имел экземпляр из Кировской области [68].

Экотипы лиственницы даурской из Якутии (ППП 28) и Бурятии (ППП 35) к 59-летнему возрасту полностью выпали. Экотип из Александрово-Заводского района Читинской области (ныне Забайкальский край) (ППП 6) на момент обследования находился в угнетённом состоянии [68].

Лиственница Чекановского (ППП 5) не выдерживает конкуренцию с сосной, состав смешанного древостоя – 75С25Л, запас – 527 м^3/га. Лиственница японская (Кемпфера) (ППП 22) в смешении с сосной сформировала древостой с запасом 986 м^3/га и составом 80Л20С [68].

В смешении с елью европейской лиственница сибирская представлена 13 экотипами. Средняя продуктивность вида – 608 м^3/га, усредненный состав – 59Е41Л. Лиственница Сукачёва в смешении с елью представлена 11 экотипами. Средний запас вида составлял 638 м^3/га, состав – 57Е43Л. Как и в лиственнично-сосновых культурах, наиболее успешным видом для создания смешанных лиственнично-еловых древостоев признана лиственница европейская, представленная 5 экотипами со средним запасом 788 м^3/га. Все представленные экотипы лиственницы европейской опережают в процессе роста ель и занимают господствующее положение в древостоях при совместном произрастании с последней. Наиболее продуктивные и устойчивые культуры лиственницы сибирской получены из Тарского района Омской области (ППП 3) и Ермаковского района Красноярского края (ППП 34). В культурах лиственницы Сукачёва наибольшей продуктивностью отличался экотип из Вельского района Архангельской области (ППП 4) [107].

Экотипы лиственницы даурской из Якутии (ППП 28) и Бурятии (ППП 35) полностью выпали в первые десятилетия эксперимента. Культуры из Александрово-Заводского района Читинской области (ныне Забайкальский край) (ППП 6) находятся в угнетённом состоянии [107].

В смешении с елью также обследовано по одному экотипу лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского гор. округа Сахалинской области (ППП 22) и лиственницы Чекановского из Прибайкальского района Бурятии

(ППП 5). Запас древостоя, созданного смешением лиственницы японской (Кемпфера) с елью европейской – 910 м^3/га, состав – 83Л17Е [107].

На основе проведенного анализа исследователи пришли к выводу, что в районе хвойно-широколиственных лесов Московской области лиственница способна формировать высокопродуктивные древостои, превосходящие по запасу древостои местных лесообразующих пород. Сравнительная характеристика продуктивности лиственницы, сосны и ели в чистых и смешанных культурах показала, что интенсивность роста и продуктивность культур лиственницы зависит от географического происхождения семян [68; 75; 107].

Во всех типах смешения лесных культур лиственница европейская и японская (Кемпфера) имеют наиболее интенсивный рост и высокую продуктивностью, причём, если во всех случаях наибольшую продуктивность имеют смешанные древостои, то лиственница европейская достигла максимальной продуктивности в чистых культурах. Лиственница Сукачёва заняла промежуточное положение среди представленных на объекте видов. Лучшие экотипы лиственниц европейской, японской (Кемпфера) и Сукачёва получены из Ивано-Франковской области Украины, Сахалинской, Архангельской, Кировской и Ивановской (ныне Нижегородской) областей России. Экотипы лиственницы сибирской имели различную продуктивность, в среднем, близкую к продуктивности сосновых и еловых древостоев I_a класса бонитета, однако в целях лесовыращивания возможен поиск высокопродуктивных популяций этого вида лиственницы [68; 75; 107].

Лиственница даурская неперспективна, т.к. имеет высокий отпад и не формирует сомкнутых древостоев, следствием чего является низкая продуктивность культур. Не выпавшие на стадии молодняка культуры лиственницы даурской находятся в ослабленном состоянии и по всем таксационным показателям уступают древостоям местных лесообразующих пород. Исследователи не рекомендуют проектирование промышленных культур лиственниц сибирской, даурской и Чекановского, использование этих видов возможно лишь в декоративном озеленении [68; 75; 107].

В Бронницком участковом лесничестве сосна обыкновенная растет, в среднем, по I классу бонитета, лиственницы Сукачёва и европейская в большинстве случаев – по I_a-I_b классу, что ставит их в разряд перспективных пород для выращивания в целях увеличения продуктивности лесов. По результатам выращивания опытных культур Бронницкого участкового лесничества, исследователями рекомендовано смешение сосны обыкновенной с наиболее продуктивными видами лиственницы, при условии интенсивного лесного хозяйства [68]. В целях повышения продуктивности создаваемых древостоев целесообразно смешение ели европейской с определенными видами и экотипами лиственницы [107]. Наиболее перспективными для выращивания крупномерной древесины признаны культуры лиственницы европейской и японской (Кемпфера), формирующие максимальную величину объёма ствола среднего дерева [75].

Отдельное обследование географических культур лиственницы Сукачёва проведено П.Г Мельником совместно с С.Г. Константиновым и Ю.А. Голубевым в 2015 году. По результатам обработки полевого материала исследователями составлена таксационная характеристика экотипов, позволяющая оценить потенциальную продуктивность лиственницы Сукачёва в Московской области. По средней высоте лидирующее положение заняли экотипы из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) – 30,4 м, Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39) – 29,3 м, Вельского района Архангельской области (ППП 4) – 28,9 м и Граховского района Удмуртии (ППП 26) – 28,9 м. Наименьшие значения показателя имели экотипы из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14) – 24,2 м и Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21) – 24,6 м. Максимальное значение среднего диаметра имел экотип из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) – 28,4 см. Высокие значения показателя отмечены в культурах из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) и Подосиновского района Кировской областей (ППП 39 и 12) – 26,9 см и 26 см

соответственно. Минимальное значение показателя имел экотип из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14) – 23,8 см [70].

По продуктивности лидирующее положение заняли культуры из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) – 1070 м^3/га, Пудожского района Карелии (ППП 40) – 861 м^3/га, Подосиновского района Кировской области (ППП 12) – 849 м^3/га и Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39) – 838 м^3/га. Наименьшую продуктивность имели культуры из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14) – 459 м^3/га. Лучшей сохранностью характеризовались культуры из Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39) – 1293 шт./га, Республик Карелии (ППП 40) – 1213 шт./га и Удмуртии (ППП 27) – 1130 шт./га, а также из Кировской области (ППП 12 и 29) – 1105 и 1115 шт./га соответственно. Максимальное значение объёма ствола среднего дерева имели культуры из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) – 1,22 м^3, минимальное – из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14) – 0,53 м^3. Остальные экотипы заняли промежуточное положение [70].

По результатам проведенного обследования исследователи пришли к выводу, что наиболее высокие показатели роста и продуктивности имеют культуры из Смоленской, Ивановской (ныне Нижегородской) областей, Подосиновского района Кировской области и Республики Карелии. Выращивание лиственницы Сукачёва из Пермского края, Челябинской области и Республики Башкортостан в Московской области не целесообразно по причине низкой продуктивности лесных культур [70].

В 2018 году под руководством П.Г. Мельника проведено очередное обследование географических культур. Объектами наблюдений являлись экотипы лиственницы сибирской. В результате обработки полевого материала исследователями получена таксационная характеристика экотипов, согласно которой в 66-летнем возрасте по средней высоте лидировали экотипы из Красноярского края – 28,9 м и Омской области – 28 м. Минимальные значения показателя отмечены у экотипов из Республики Тыва – 24,9 м и Хакасии –

25,5 м. Максимальное значение среднего диаметра имели культуры лиственницы сибирской из Тюменской области – 28,4 см. На второй и третьей позиции находились экотипы из Новосибирской области и Красноярского края (25,3 см и 25 см соответственно). Наименьшее значение показателя отмечено в культурах из Республики Тыва – 20,3 см [71].

По продуктивности лидировали тюменский – 776 м^3/га, омский – 744 м^3/га, красноярский – 726 м^3/га и иркутский экотипы – 663 м^3/га. Минимальную продуктивность имели культуры из Республики Тыва – 282 м^3/га, которая ниже в 2,8 раза, чем у экотипа-лидера из Тюменской области. Лучшей сохранностью характеризовались омский, иркутский и красноярский экотипы. Значения объёма ствола среднего дерева экотипов лиственницы сибирской на объекте географических культур варьировались от 0,43 м^3 (Тыва, Кызылский район) до 0,98 м^3 (Тюменская область, Ханты-Мансийкий район).

Исследователи отмечают, что смешение лиственницы сибирской с сосной нецелесообразно, т.к. в средневозрастных лесных культурах, практически на всех постоянных пробных площадях лиственница этого вида угнетается сосной местного происхождения. На момент обследования наиболее высокими таксационными показателями роста и продуктивности отличались экотипы, полученные из Тюменской, Омской областей и Красноярского края. Выращивание в Московской области лиственницы происхождением из Новосибирской области, Республик Бурятия и Тыва нецелесообразно по причине низкой продуктивности древостоев [71].

В 2020 году П.Г. Мельником совместно со студентами МФ МГТУ имени Н.Э. Баумана проведено подробное обследование 68-летних культур лиственницы сибирской из Тарского района Омской области (ППП 3), а также быстрорастущих экотипов лиственницы Сукачёва из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31), лиственницы европейской из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22) [72; 105; 178; 179].

Среди спектра экотипов, испытанных в Бронницком лесничестве Московской области, отдельные экземпляры лиственницы сибирской отличаются хорошей динамикой роста и высокой продуктивностью, не уступающей эталонным культурам лесовода-классика К.Ф. Тюрмера [105].

В октябре 2020 года исследователями проведен перечёт в чистых и смешанных с елью культурах лиственницы сибирской из Тарского района Омской области (ППП 3). Согласно полученным данным, в чистом древостое средний диаметр лиственницы равен 22,6 см, средняя высота – 28,1 м, запас – 728 м^3/га, средний прирост составлял 11,2 м^3. Смешанный древостой имел следующую таксационную характеристику: средний диаметр лиственницы равен 30 см, средняя высота – 29,9 м; ель имела средний диаметр 19,2 и среднюю высоту 21 м; запас лиственницы – 535 м^3/га, ели – 117 м^3/га; общий запас стволовой древесины составлял 652 м^3/га, состав древостоя – 8Л2Е. Лиственница сибирская растет по I_a классу бонитета, ель – по I классу. Объём ствола среднего дерева лиственницы в чистом древостое составлял 0,585 м^3, в смешанном – 0,983 м^3 [105].

Анализ распределения числа деревьев по ступеням толщины показал, что основная масса деревьев в чистых культурах лиственницы сибирской относилась к ступени 16 (21,2 %) и распределена относительно равномерно. В смешанном древостое лиственница представлена более высокими ступенями, по сравнению с чистым, в основном, преобладали деревья 28 (25,6 %), 32 и 36 (по 23,3 %) ступеней толщины. В еловой части смешанного древостоя преобладающей ступенью являлась 16 (25 %), однако кривая распределения смещена в сторону низких ступеней толщины (левосторонняя асимметрия) [105].

По результатам предыдущих исследований, в средневозрастных лесных культурах наиболее продуктивными являлись, как правило, смешанные лиственнично-еловые, однако у быстрорастущих экотипов лиственницы лидерами по производительности являлись чистые культуры [57; 75; 107]. В целом, тип лиственнично-еловых лесных культур с пониженной густотой посадки способствует формированию долговечных высокопроизводительных древостоев,

достигающих в 158-летнем возрасте запаса стволовой древесины 1362 м^3/га [88; 105].

Культуры лиственницы Сукачёва из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) сохранили высокий потенциал роста и производительности: средний прирост по запасу достигал 13,4 м^3/га, текущий прирост – 12,3 м^3/га, продуктивность древостоя составляла 868 м^3/га при средней высоте 28 м, и среднем диаметре 30,3 см. В 68-летнем возрасте экотип характеризовался ростом по I_b классу бонитета [178].

Экотип лиственницы европейской из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) также сохранил высокий потенциал роста и производительности: средний прирост достигал 18,8 м^3/га, текущий прирост – 16 м^3/га, продуктивность оставалась высокой – 1221 м^3/га. На момент обследования экотип характеризовался ростом по I_b классу бонитета; средняя высота составляла 33,7 м, средний диаметр – 35,9 см [178; 179]

Культуры лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22) также имели высокие таксационные показатели: средний прирост достигал 16,7 м^3/га, текущий прирост – 8,7 м^3/га, производительность древостоя составляла 968 м^3/га. В 68-летнем возрасте культуры характеризовались I_b классом бонитета; средняя высота – 31,2 м, средний диаметр – 29,3 см [72; 178].

Анализ распределений числа деревьев по ступеням толщины показал, то наибольшее количество деревьев лиственницы японской (Кемпфера) находилось в ступени толщины 20 (20,3 %), лиственницы Сукачёва – в ступени 28 (16,6 %), однако у анализируемых экотипов кривая распределения смещена в сторону меньших ступеней толщины (левосторонняя асимметрия). У лиственницы европейской максимальное количество деревьев приходилось на ступень толщины 40 (20 %), при этом было отмечено большое количество очень крупных стволов. Максимальной ступени толщины в 72 см достигал Смоленский экотип, при этом диапазон варьирования толщины деревьев от минимальной до максимальной ступени составлял 60 см [178].

Объём ствола среднего дерева рассматриваемых экотипов лиственницы в 68-летнем возрасте варьировал от 1,061 до 1,658 м^3, наиболее крупномерные стволы сформировала лиственница европейская, вторую позицию заняла лиственница Сукачева. У лиственницы японской (Кемпфера), относительно маломерные стволы, однако по таксационным характеристикам она значительно опережала все местные хвойные лесообразующие породы. Высокая продуктивность обследованных экотипов лиственницы делает их перспективными для целевого лесовосстановления [178].

Исследователи также отмечают, что экотипы лиственниц японской (Кемпфера), Сукачёва и европейской с эталонной характеристикой в Бронницком лесничестве превосходят по всем таксационным показателям опытные объекты с этими же экотипами в условиях Серебряноборского опытного лесничества Института лесоведения РАН на западе Московской области [81; 82; 178].

Проанализировав основные публикации П.Г. Мельника по географическим культурам Бронницкого лесничества Московской области, можно сделать вывод, что во всех типах смешения лесных культур лиственницы европейская и японская (Кемпфера) характеризуются наиболее интенсивным ростом и высокой продуктивностью. Лучшие культуры лиственницы европейкой получены из Ивано-Франковской области Украины, лиственницы японской (Кемпфера) – из Сахалинской области, лиственницы Сукачёва – из Архангельской, Кировской, Ивановской (ныне Нижегородской) и Смоленской областей. Культуры лиственницы сибирской имеют различную производительность, в среднем, близкую к древостоям сосны и ели I_a класса бонитета, однако отдельные экотипы отличаются хорошей динамикой роста и высокой продуктивностью. Лучшие культуры получены из семян, собранных в Омской области и Красноярском крае. Лиственница Чекановского имеет низкие темпы роста и уступает по таксационным показателям местным хвойным породам. Лиственница даурская неперспективна т.к. имеет высокий отпад и не формирует сомкнутых древостоев. Использование лиственниц даурской и Чекановского возможно лишь в декоративном озеленении.

Потомство плюсовых и рядовых деревьев

Учение о плюсовых деревьях и насаждениях родилось в Швеции. Лесничий П.И. Дементьев отнесся настороженно к идее западных ученых о плюсовых деревьях, поэтому в 1954-1955 годах в географических культурах 74 квартала Бронницкого лесничества им поставлен специальный эксперимент с лиственницей сибирской. Под № 7 во всех вариантах культур значится потомство плюсовых (лучших) деревьев местного сбора, под № 8 – потомство рядовых (обычных) деревьев аналогичного происхождения [38].

Позднее у лесничего появились опасения, что при извлечении семян из шишек с лучших деревьев в 1951 году могло произойти частичное смешение с семенами рядовых деревьев, поэтому на следующий год шишки были собраны вновь и отдельно высушены. Всхожесть семян с лучших деревьев оказалась 66 % против 37 % всхожести семян с рядовых деревьев. Семена предыдущего года были использованы для обычных лесных культур. Для удобства сравнительных наблюдений за ростом культур участки № 7 и 8 расположили рядом. Полученные культуры являются вторым поколением лиственницы сибирской, исходно происходящей из Сонского лесхоза Хакассии [38].

В 1997 году Г.М. Кулаковым проведена измерительная таксация культур лиственницы этого происхождения во всех типах смешения с местными хвойными и широколиственными породами. На основе полученных данных исследователем определено, что в чистых культурах, полученных из семян плюсовых деревьев, средний диаметр составлял 19,3 см, средняя высота – 25 м и запас стволовой древесины – 385 м^3/га; из семян рядовых деревьев – средний диаметр – 20,1 см, средняя высота – 25,3 м, запас – 454,5 м^3/га (таблица 3). Таким образом, культуры на ППП 7 уступали по таксационным показателям культурам на ППП 8. Аналогичная закономерность наблюдалась во всех типах смешения культур [66].

Описанные Г.М. Кулаковым закономерности подтверждаются нами по результатам перечислительной таксации культур, проведенной в 2017-2020 го-

дах. Потомство плюсовых деревьев в большинстве случаев уступает по таксационным показателям потомству рядовых деревьев, однако лучшим образом проявляет себя в смешении с теневыносливой елью (таблица $3_а$).

Таблица 3 – Таксационное описание участков географических культур в 74 квартале Бронницкого лесничества (по данным Г.М. Кулакова)

Номер поля	Номер участка	Состав древостоя	Возраст, лет	Полнота	Класс бонитета	Запас древостоя, м³/га		Прирост, м³/га	Число стволов, шт./га	Элемент леса	Диаметр, см	Высота, м
						растущего	сухостойного					
6	7	10Л	42	0,9	$I_а$	385,0	41,00	9,90	1188	Л	19,3	25,0
	8	10Л	43	1,1	$I_а$	454,5	20,67	11,05	1283	Л	20,1	25,3
4	7	7С3Л	43	1,1	$I_а$	489,7	36,17	12,23	1348	С Л	16,0 16,3	26,2 22,0
	8	6С4Л	43	1,2	$I_а$	521,7	36,17	12,9	971	С Л	23,5 18,8	26,2 23,1
2	7	8Л2Е	42	1,1	$I_а$	430,4	3,75	10,34	1203	Л Е	20,0 16,0	24,0 19,0
	8	7Л3Е	42	1,1	$I_а$	429,3	5,61	10,36	1203	Л Е	18,4 22,0	23,0 22,0
9	7	9Л1КЛО	42	0,9	$I_а$	398,4	20,68	9,98	1044	Л КЛО	27,3 15,7	23,8 22,0
	8	9Л1КЛО	42	1,1	$I_а$	467,4	66,97	12,72	704	Л КЛО	30,9 13,2	23,3 18,2
9	7	9Л1ЛП	42	0,9	$I_а$	446,0	–	11,10	1813	Л ЛП	27,3 11,4	23,8 19,7
	8	9Л1ЛП	42	1,1	$I_а$	502,9	–	13,57	1344	Л ЛП	30,9 9,7	23,3 18,2

Таблица $3_а$ – Таксационная характеристика потомств плюсовых и рядовых деревьев лиственницы сибирской в составе географических культур 74 квартала Бронницкого лесничества

Номер поля	Номер участка	Возраст, лет	Состав древостоя	Элемент леса	Средние показатели			Сумма площадей сечений, м²/га	Полнота	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га
					Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³				
6	7	66	10Л	Л	24,6	25,6	0,601	35,6	0,9	693	416,9
	8	66	10Л	Л	25,7	25,6	0,630	40,0	1,0	773	487,1
4	7	65	8С2Л	Л С	25,6 31,3	19,7 32,2	0,393 1,156	14,0 41,6	1,1	461 510	181,4 589,4
	8	65	6С4Л	Л С	27,8 30,7	23,0 30,7	0,571 1,033	21,9 31,6	1,1	529 427	302,0 441,2
2	7	65	8Л2Е	Л Е	26,6 23,8	26,2 21,2	0,690 0,424	37,4 13,1	1,2	693 369	478,0 156,5
	8	65	6Л4Е	Л Е	26,2 25,6	28,3 24,8	0,778 0,599	28,0 16,9	1,1	447 350	347,7 209,3
9	7	68	7Л2ЛП1КЛО	Л ЛП КЛО	- - -	29,3 19,2 24,6	- - -	38,2 8,7 5,3	1,2	568 299 111	- - -
9	8	68	8Л1ЛП1КЛО	Л ЛП КЛО	- - -	29,8 18,7 19,1	- - -	39,9 7,5 3,9	1,2	574 271 136	- - -

Необходимо отметить что развитие патологического отпада лиственницы после вымокания культур 2013 года не оказало существенного влияния на вышеуказанную тенденцию, т.к. даже после перенесенного стресса экотип № 8 в большинстве случаев имеет более высокие количественные таксационные показатели, чем экотип № 7.

При произрастании с сосной наблюдается неустойчивость второго поколения лиственницы сибирской в борьбе за почвенно-световые ресурсы, что, по-видимому, связано главным образом с исходным географическим происхождением лиственницы.

Результаты роста культур 1958-1963 годов закладки

Подробное обследование культур проведено Н.Н. Карасёвым в 2004-2005 годах, по результатам которого составлена таксационная характеристика средневозрастных древостоев, представленная в таблице 4 [57; 73].

При сравнении исследуемых видов и экотипов лиственницы по среднему диаметру выявлено, что максимальные значения показателя имела лиственница польская на ППП 51 и 52 – 32,1 и 27,9 см. Незначительно отставали лиственницы широкочешуйчатая и американская (ППП 48 и 53) – 24,2 и 24,1 см. Минимальные значения показателя отмечены в культурах лиственницы курильской (ППП 43) – 17,1 см и лиственницы амурской из Комсомольского района Хабаровского края (ППП 46) – 17,3 см. Остальные экотипы заняли промежуточное положение со значениями среднего диаметра в диапазоне от 19 до 21,2 см [57; 73].

Максимальные значения средней высоты отмечены в культурах лиственницы ольгинской из Тернейского муниципального округа Приморского края (ППП 42), лиственниц широкочешуйчатой (ППП 48) и польской (ППП 51 и 52). Минимальное значение показателя имели культуры лиственницы курильской (ППП 46) – 20,5 м. Средняя высота остальных экотипов находилась в диапазоне от 22,1 до 23,9 м [57; 73].

Таблица 4 – Таксационная характеристика экотипов лиственницы, представленных в культурах 1958-1963 годов

№ ПП	Вид лиственницы	Географический район происхождения семян	A, лет	D, см	H, м	N, шт./га	M, м^3/га	V, м^3
42	Л. ольгинская	Приморский край, Тернейский муниципальный округ	48	20,6	24,8	1059	444	0,42
43	Л. амурская	Хабаровский край, Комсомольский р-н	48	17,3	23,4	1255	364	0,29
44	Л. амурская	Хабаровский край, Ульчский р-н	48	19,0	23,7	1206	420	0,35
46	Л. курильская	Сахалинская область, Курильский р-н	47	17,1	20,5	1259	406	0,32
47	Л. европейская	Великобритания, Абердиншир	47	19,2	22,8	1186	396	0,33
48	Л. широкочешуйчатая	Великобритания, Дамфрис-энд-Галловей	47	24,2	24,5	1147	661	0,58
49	Л. ольгинская	КНР, провинция Хэбэй, гор. округ Чэндэ (Уезд Чэндэ)	45	18,5	23,4	1311	423	0,32
50	Л. даурская	КНР, авт. район Внутренняя Монголия, гор. округ Хулун-Буир (Уезд Якэши)	45	21,2	23,9	597	246	0,41
51	Л. польская	Польша, Свентокшиское воеводство, Скаржиский р-н	45	27,9	24,4	1058	852	0,80
52	Л. польская	Польша, Силезское воеводство, Цешинский р-н	45	32,1	26,1	782	824	1,05
53	Л. американская	Канада (Северная Америка)	47	24,1	22,1	235	119	0,51

Наилучшей сохранностью отличались культуры лиственницы ольгинской из уезда Чэндэ КНР (ППП 49), а также лиственниц курильской и амурской (ППП 43, 44 и 46), густота культур на момент обследования составляла от 1206 до 1311 шт./га. Хорошую сохранность имели древостои лиственниц европейской (ППП 47) и широкочешуйчатой (ППП 48), а также лиственницы польской из Скаржиского района Свентокшиского воеводства Польши (ППП 51) и лиственницы ольгинской из Тернейского муниципального округа Приморского края (ППП 42), число деревьев в культурах вышеуказанных экотипов составляло от 1058 до 1186 шт./га. Наихудшую сохранность имела лиственница даурская на ППП 50 – 597 шт./га. В первые годы роста полностью выпали культуры лиственницы даурской из Аяно-Майского района Хабаровского края (ППП 45), по этой причине таксационная характеристика экотипа не приводится [57; 73].

Наивысшую продуктивность имели древостои лиственницы польской – 852 и 824 м^3/га (ППП 51 и 52), несколько меньший запас отмечен в культурах лиственницы широкочешуйчатой (ППП 48) – 661 м^3/га. Наименьшая продуктивность в чистых культурах характерна для лиственницы даурской (ППП 50) – 246 м^3/га. Остальные экотипы имели среднюю продуктивность в диапазоне от 364 до 444 м^3/га [57; 73].

Наибольший объём ствола среднего дерева характерен для экотипов лиственницы польской (ППП 51 и 52) и лиственницы широкочешуйчатой (ППП 48) – от 0,58 до 1,05 м^3. Минимальные значения показателя в диапазоне от 0,29 до 0,35 м^3 отмечены в культурах лиственниц амурской (ППП 43 и 44), курильской, (ППП 46) европейской (ППП 47) и ольгинской из уезда Чэндэ КНР (ППП 49). Экотипы лиственниц даурской (ППП 50), американской (ППП 53) и ольгинской из Тернейского муниципального округа Приморского края (ППП 42) по показателю стволовой продуктивности заняли промежуточное положение, сформировав стволы со средним объёмом от 0,41 до 0,51 м^3 [57; 73].

При проведении полевых таксационных работ в культурах лиственницы американской (ППП 53) Н.Н. Карасёв произвел измерения 111 деревьев лиственницы и 702 деревьев липы мелколистной. Согласно полученным данным, в возрасте 48 лет древостой имел следующую таксационную характеристику: средний диаметр лиственницы – 24,1 см; средняя высота – 22,1 м; липа имела средний диаметр 14,1 см и среднюю высоту 17,7 м; запас лиственницы – 119 м^3/га; запас липы – 222 м^3/га; общий запас стволовой древесины составлял 341 м^3/га, состав древостоя – 6Лп4Л. Количество деревьев на 1 га оставило 1724 шт., из них 1489 деревьев липы и 235 деревьев лиственницы. Липа росла по I классу бонитета, а лиственница – по I_a классу бонитета [57; 73].

Сравнивая таксационные характеристики различных видов лиственницы, произрастающих на объекте географических культур в 75 квартале Бронницкого лесничества (таблица 4), необходимо отметить, что по среднему диаметру лиственница американская уступала лишь лиственницам польской (ППП 51 и 52) и широкочешуйчатой (ППП 48), а по интенсивности роста в высоту опережала только лиственницу курильскую (ППП 46). Лиственница американская сформировала относительно сбежистые стволы, причиной этого послужила малая густота посадки, объем ствола среднего дерева составлял 0,51 м^3. По этому показателю её опережали только лиственницы широкочешуйчатая – 0,58 м^3 и польская – 0,80 и 1,05 м^3. В целом необходимо отметить,

что в Московской области лиственница американская имеет неплохой рост. Однако широкое применение данного вида в озеленении населённых пунктов может быть ограничено из-за биоэкологических особенностей породы, что связано с потребностью в произрастании во влажных условиях [57; 73].

По итогам сравнительной характеристики вышеуказанных 11 экотипов становится очевидно, что максимальные показатели роста имели культуры лиственниц польской (ППП 51 и 52) и широкочешуйчатой (ППП 48).

Впоследствии под руководством П.Г. Мельника проведено обследование географических культур лиственницы в смешении с елью европейской, результаты которого опубликованы в 2016 году. Структура и продуктивность различных экотипов лиственницы в смешении с елью местного происхождения представлена в таблице 4_a.

Согласно приведенным данным, наиболее перспективным видом для создания смешанных древостоев являлась лиственница польская, опережающая в процессе роста ель и занимающая господствующее положение в древостоях. Запас смешанных культур на ППП 51 и 52 составлял 966 и 971 м^3/га при доле участия лиственницы 9 единиц в составе. Высокий лесоводственный эффект имели лиственницы европейская и широкочешуйчатая из Великобритании (ППП 47 и 48), запас смешанных древостоев составлял 548 и 529 м^3/га, доля участия лиственницы – 8 единиц в составе [108].

Из дальневосточных видов наибольшую продуктивность имели лиственница ольгинская из Тернейского муниципального округа Приморского края (ППП 42) и лиственница амурская из Ульчского района Хабаровского края (ППП 44), формирующие в смешении с елью древостои с общим запасом 467 м^3/га и 479 м^3/га при доле участия лиственницы 9 и 7 единиц. Наименьшую продуктивность имела лиственница даурская из Китая (уезд Якэши) (ППП 50), запас лиственницы в смешанном древостое всего 80 м^3/га, ели – 298 м^3/га [108].

По результатам проведенных изысканий исследователи пришли к выводу, что смешанные древостои с участием лиственниц ольгинской, амурской,

курильской, европейской, даурской, польской и ели европейской, при равном смешении пород значительно различаются по составу и продуктивности [108].

Таблица $4_а$ – Состав и продуктивность древостоев, созданных смешением ели европейской и различных видов лиственницы

№ ПП	Вид лиственницы	Географический район происхождения семян	Состав	D, см	H, м	N, шт./га	M, м³/га
42	Л. ольгинская	Приморский край, Тернейский муниципальный округ	93Л 7Е	24 10,5	28,1 11,8	679 449 1128	435 32 467
43	Л. амурская	Хабаровский край, Комсомольский р-н	69Л 31Е	20,7 12,4	26,3 13,7	653 1033 1686	298 133 431
44	Л. амурская	Хабаровский край, Ульчский р-н	72Л 28Е	21,7 15,5	23,5 15,3	794 661 1455	347 132 479
46	Л. курильская	Сахалинская область, Курильский р-н	58Л 42Е	18,8 16,2	22,6 17,7	667 565 1232	210 154 364
47	Л. европейская	Великобритания, Абердиншир	85Л 15Е	23,5 16,8	26,3 19,3	799 317 1116	466 82 548
48	Л. широкочешуйчатая	Великобритания, Дамфрис-энд-Галловей	78Л 22Е	29,6 14,8	26,6 14,0	474 571 1045	422 107 529
49	Л. ольгинская	КНР, провинция Хэбэй, гор. округ Чэндэ (Уезд Чэндэ)	51Л 49Е	19,9 14,3	21,3 16,6	581 958 1539	206 201 407
50	Л. даурская	КНР, авт. район Внутренняя Монголия, гор. округ Хулун-Буир (Уезд Якэши)	21Л 79Е	19,7 15,6	23,0 17,7	223 1268 1491,3	80 298 378
51	Л. польская	Польша, Свентокшиское воеводство, Скаржиский р-н	93Л 7Е	30,4 15,3	26,7 17,7	719 247 966	677 53 730
52	Л. польская	Польша, Силезское воеводство, Цешинский р-н	86Л 14Е	33,2 17,3	26,0 16,3	603 368 971	679 109 788

На основе проведенных исследований можно утверждать, что наивысшую продуктивность в чистых и смешанных с елью культурах имеют экотипы

лиственниц польской и широкочешуйчатой. В смешении с елью высокий лесоводственный эффект имеет ивственница европейская. Наименьшая продуктивность характерна для лиственницы даурской.

Изучение динамики роста культур 1958-1963 годов является важной научной задачей будущего, так как культуры представляют большую ценность, являясь редко встречающимися географическими разностями.

РЕЗУЛЬТАТЫ РОСТА КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ РАЗНОЙ ГУСТОТЫ

Влияние густоты посадки на рост культур лиственницы изучалось профессором В.П. Тимофеевым на Лесной опытной даче МСХА в 1954 году [148; 155]. Опыт носил мелкоделяночный характер: на пяти площадках (по 4 м^2 каждая) проведена посадка стандартных 2-летних сеянцев лиственницы сибирской, выращенных из семян Сонского лесхоза Хакасской автономной области Красноярского края (в настоящее время этот опытный участок в МСХА утрачен). Опыт повторен по проекту профессора в Бронницком лесничестве П.И. Дементьевым в качестве крупноделяночного [38].

Культуры лиственницы разной густоты заложены весной 1956 года на площади 2,65 га на вырубке 1941 года. Предшествующие породы – берёза и дуб. В настоящее время объект расположен на 15 и 16 выделах 72 квартала Бронницкого участкового лесничества. Почвенный покров представлен дерново-среднеподзолистыми глееватыми тяжелосуглинистыми почвами. Тип условий местопроизрастания – влажная сложная суборь (C_3). Тип леса – сложно-широкотравный на плакоре, рельеф – равнинный [66].

Формула опытного эксперимента: разные исходная густота посадки лиственницы сибирской, размещение рядов и смешение с породой местного происхождения. Опыт поставлен в целях проверки биологических возможностей и устойчивости древесных пород на основе изучения хода роста чистых и смешанных культур [66].

В качестве посадочного материала использовались 2-летние сеянцы лиственницы сибирской, выращенные в питомнике лесничества из семян, собранных на лесосеменном участке № 1 (исходное происхождение лиственницы – из Сонского лесхоза, по аналогии с опытными культурами на Лесной опытной даче МСХА) и 2-летние сеянцы липы мелколистной из семян местного происхождения. Посадка и смешение осуществлены рядами, с учетом расчетного размещения сеянцев в конкретном варианте опыта. Почву на лесокуль-

турной площади готовили вручную площадками 50×50 см, посадку осуществляли в ямки под меч Колесова, а в пласт – под бурав Редькина. Рыхление площадок провели в мае, прополку – в июле 1956 года [66].

Опытный участок разделен на 6 частей: посадка лиственницы в количестве 500 шт./га и липы мелколистной 3500 шт./га; лиственницы – 1000 шт./га и липы – 3000 шт./га; лиственницы и липы по 2000 шт./га; лиственницы 4000, 8000 и 16000 шт./га. Лиственница и липа выбраны как две устойчивые к атмосферным загрязнениям лесообразующие породы [148]. В процессе роста культур на всех участках удалялся только сухостой.

Таксационные показатели культур 20-летнего возраста (1973 год) по данным В.П. Тимофеева приведены в таблице 5. При начальной густоте 4 тыс. шт./га в течение 18 лет в процессе естественного изреживания усохло 1171 дерево или 29 %. При густоте посадки 16 тыс. шт./га за аналогичный период усохло 11130 деревьев или 71 % от посаженных. Густые культуры имели значительно меньший средний диаметр (на 2,6 см), среднюю высоту (на 0,03 м) и запас (на 47 м^3/га или на 36 %) в сравнении с редкими [66; 148].

Таблица 5 – Таксационная характеристика 20-летних культур лиственницы сибирской разной густоты посадки (данные профессора В.П. Тимофеева)

№ ПП	Размер ПП, га	Густота посадки, тыс. шт./га	Размещение саженцев, м	Сохранилось в 20 лет		Средние пределы (M ± m)		Запас, м^3/га	Количество деревьев по классам роста, %		
				шт./га	%	диаметр, см	высота, м		I-II	III	IV-V
4	0,14	4	2,5±1,0	2829	70,7	8,98±0,19	10,22±0,13	132	28	43	29
5	0,11	8	2,5±0,5	3636	45,5	7,40±0,13	10,51±0,17	96	17	47	36
6	0,10	16	1,25±0,5	4870	30,4	6,34±0,11	9,97±0,19	85	12	48	40

На основании проведенного обследования культур профессор В.П. Тимофеев установил, что перегущенные древостои менее устойчивы к климатическим и биологическим повреждениям и болезням, а усохшие тонкомерные деревья по массе не компенсируют пониженный запас и требуют дополнительных затрат на посадку, а позже на удаление сухостоя в санитарных и противопожарных целях.

Усиливающиеся конкурентные взаимоотношения деревьев в перегущенных древостоях тормозят рост и понижают продуктивность дендроценозов [148].

Г.М. Кулаковым организованы наблюдения, охватывающие период с возраста перевода лесных культур в лесопокрытые земли до наступления кульминации прироста, т.е. с 15 до 40 лет. Регулярные наблюдения проводились методом измерительной таксации древостоев, согласно действующим в лесоустройстве стандартам. В октябре 1992 года проведена таксация опытных культур (таблица 6).

Таблица 6 – Таксационная характеристика 38-летних культур лиственницы сибирской разной густоты посадки в смешении с липой (по Г.М. Кулакову)

Вариант	Густота посадки, шт./га	Состав древостоя	Полнота относительная	Порода	Площадь поперечного сечения, м²/га	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Запас, м³/га	
								растущий	сухостоя
1	500 Л, 3500 ЛП	6ЛП4Л ед. Б	1,2	Л	15	23,5	19,7	143	12
				ЛП	24	12,8	16,8	196	1
				Д		11,6	13,5	3	
				Б		10,7	17,4	2	
					Всего			344	13
2	1000 Л, 3000 ЛП	5Л4ЛП ед. Б	0,98	Л	23	21,5	20,2	232	12
				ЛП	18	12,1	17,6	158	1
				Б	4	19,3	23,1	41	
					Всего			431	13
3	2000 Л, 2000 ЛП	7Л2ЛП1Б ед. Д	1,2	Л	29	17,7	21,9	315	27
				ЛП	10	10,0	18,4	85	
				Б	4	21,3	23,2	42	
					Всего			442	27
4	4000 Л	10Л ед. ЛП, Б	1	Л	34	17,5	21,6	362	51
				ЛП	1	8,5	17,3	6	
				Б	1	18,1	22,5	7	5
					Всего			375	56
5	8000 Л	10Л ед. ЛП, Б	0,9	Л	29	16,2	20,5	292	61
				ЛП		9,8	18,2	3	
				Б	1	15,5	21,6	7	
					Всего			302	61
6	16 000 Л	10Л ед. Б, Д	0,8	Л	26	15,4	19,1	251	68
				ЛП		9,5	9,6	1	
				Б	1	16,9	21,2	11	
					Всего			263	68

К 38 годам чистые культуры лиственницы имели запас 375 м^3/га; смешанные – 442 м^3/га, или на 18 % выше. Загущенные культуры уступали по всем показателям чистым с более редкой густотой посадки и смешанным. Изменение запаса древостоев по вариантам опыта отражено на диаграмме (рисунок 12).

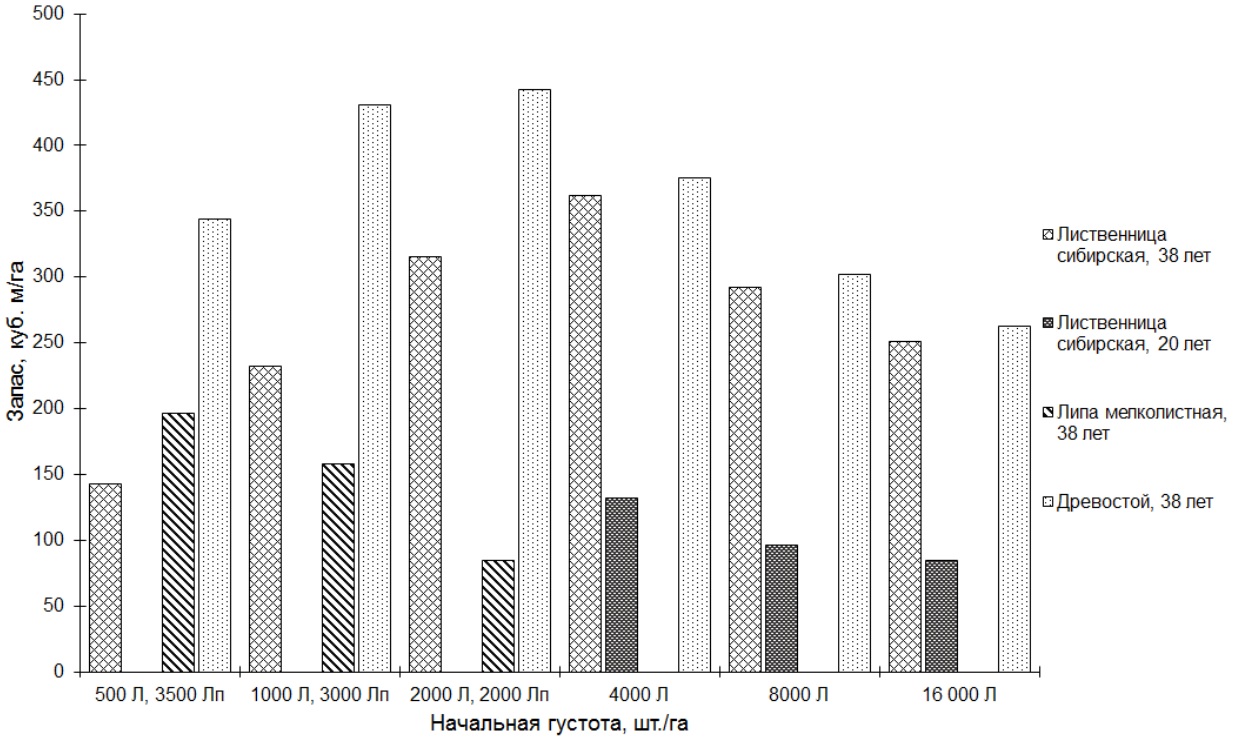


Рисунок 12 – Продуктивность культур лиственницы сибирской разной густоты посадки в смешении с липой мелколистной

По результатам наблюдений Г.М. Кулаков пришел к выводу, что оптимальной нормой густоты посадки сеянцев лиственницы с липой следует принять 4000-6000 шт./га. Липа может составлять 50 %. Лиственнично-липовые культуры имеют максимум продуктивности при густоте посадки обеих пород 2000 шт./га Максимальный запас лиственницы в чистых культурах достигается при начальной густоте посадки 4000 шт./га. Для последующего преобладания по составу лиственницы, при биогрупповой представленности в культурах, вполне достаточно 1000 шт./га [66].

БОЛЕЗНИ И ВРЕДИТЕЛИ

Основные вредители и болезни географических культур лиственницы Бронницкого лесничества были впервые изучены и описаны аспирантом профессора В.П. Тимофеева В.В. Надеждиным, проводившим полевые исследования летом 1962-1963 годов. По его сведениям, серьезный вред географическим культурам причиняли несколько видов филлофагов. В 10-летних культурах наблюдалось массовое повреждение хвои лиственничной чехликовой молью (*Coleophora sibirica* Flav.), лиственничной паутинной листоверткой (*Tmetocera ocellana* var. *laricina* Z.) и елово-лиственничным хермесом (*Chermes abietis* Kolt.). На некоторых деревьях лиственницы встречался майский хрущ (*Melolontha hippocastani* Farb.), взрослые особи которого повреждали хвою и точки роста, а также коровой хермес (*Cholodkovskya viridana* Chol.) [93].

Повреждения гусеницами чехликовой моли происходили в первой половине лета во время интенсивного питания гусениц, наиболее сильно была повреждена хвоя лиственниц даурской и сибирской, характеризующихся ранней вегетацией. Вспышки массового размножения чехликовой моли наблюдались в годы с жаркой сухой весной. Особенно сильные повреждения наблюдались в культурах на ППП 3, 6, 10, 33, 34 и 35. Чехликовая моль повреждала хвою лиственницы примерно на 1/3 часть по длине. Охвоение деревьев лиственницы начинается с нижних ветвей, поэтому у лиственницы европейской, позже других начинающей вегетацию, повреждалась только нижняя часть кроны, и снижение прироста за вегетационный период не наблюдалось. Деревья лиственницы даурской, которые раньше других видов покрываются хвоей и начинают вегетацию, повреждались на всём протяжении кроны. Поэтому экотипы, рост хвои у которых начинался в последней декаде апреля-начале мая, повреждались чехликовой молью незначительно [93].

Повреждения хвои елово-лиственничным хермесом были отмечены только на экотипах лиственницы Сукачёва. Особенно сильно была повреждена хвоя в культурах на ППП 1 и 21. Повреждения майским хрущом и хермесом были крайне незначительны.

По данным В.В. Надеждина повреждения стволовыми вредителями в географических культурах не выявлены. Рак лиственницы (*Dasyscypha willkommii* Hart.) в географических культурах также не был обнаружен [93].

В первые годы роста опытных культур значительный ущерб им был причинён лосями, поедающими кору вдоль ствола на протяжении 50-100 см в высоту. Глубокие раны на стволах деревьев зарастали в течение 3-4 лет, являясь местами проникновения грибных заболеваний. Наиболее интенсивно повреждались культуры быстрорастущих экотипов лиственницы европейской на ППП 15 и 37, повреждение которых доходило до 70 % [93].

Помимо биологических повреждений В.В. Надеждиным были отмечены повреждения хвои и побегов лиственницы поздними весенними и ранними осенними заморозками. Наиболее интенсивно повреждались экотипы лиственницы даурской. Степень повреждаемости деревьев находилась в прямой зависимости от степени сомкнутости крон в древостоях [93].

Сплошной учет повреждений деревьев поздними весенними заморозками выявил следующую картину. В сомкнутых культурах лиственницы повреждений деревьев заморозками не отмечено. В этом отношении очень показательны экотипы на ППП 33-35, расположенные рядом. На указанных участках произрастает лиственница сибирская (ППП 33 и 34) и лиственница даурская (ППП 35). На ППП 33 из учтенных 153 деревьев не повреждено ни одного дерева; на ППП 34 из учтенных 159 деревьев повреждено 19 деревьев, или 12 %; на ППП 35 из учтенных 142 деревьев повреждено 80 или 56 %. В том числе очень сильные повреждения, вызвавшие замену осевого побега обнаружены у 61 дерева [93].

Сильно пострадали от поздних весенних заморозков деревья всех экотипов лиственницы даурской и енисейский экотип лиственницы сибирской на ППП 16. Заморозки повреждали хвою в пучках, расположенную на стволе, реже – осевые побеги [93].

Совсем не повреждались заморозками деревья экотипов лиственницы европейской на ППП 15 и 37. У экотипов на ППП 18 и 24 отмечено повреждение деревьев заморозками в «окнах», которые образовались в пологе древостоев в результате выраженного микрорельефа поверхности почвы. В сомкнутых культурах повреждения заморозками не были отмечены. На основании проведённых наблюдений В.В. Надеждин пришёл к выводу, что можно говорить о прямой зависимости степени повреждения заморозками деревьев лиственницы в молодняках от степени сомкнутости крон [93].

Профессор В.П. Тимофеев отмечал, что необходимо своевременно на ранней стадии обнаруживать заболевания и повреждения лиственницы, т.к. это позволяет, владея приёмами и располагая средствами борьбы, приостановить и локализовать заболевания и повреждения. Решающим средством успешного выращивания лиственницы является предупреждение болезней и повреждений, создание условий для успешного роста лиственницы, при которых массовое появление и распространение вредителей и болезней невозможно или хотя бы затруднено. Такими условиями в зоне хвойно-широколиственных лесов и северной лесостепи европейской части России, как уже отмечалось, являются: хорошо проветриваемые местоположения и экспозиции склонов, расположенные на глубоких аэрируемых лёгких и средних суглинках и супесях; качественный посадочно-посевной материал, отвечающий требованиям по наследственным качествам, техническим свойствам и почвенно-климатическим условиям; выращивание в смешанных и сложных древостоях при наличии относительно небольшого количества деревьев с хорошей освещённостью и развитием крон верхнего яруса (длиной 1/3 высоты ствола), сомкнутостью 0,5-0,6, мощной корневой системой, густым и плотным вторым ярусом, прежде всего из липы, или подлеском. Такие древостои наиболее устойчивы к неблагоприятным климатическим и биотехническим воздействиям, в том числе против болезней и повреждений, быстро растут, формируют древесину высоких технических качеств и очень ценны в защитных санитарно-декоративных целях [149].

Санитарное состояние древостоев

В связи с ухудшением санитарного состояния чистых географических культур, которое привело к массовому усыханию деревьев, летом в 2018-2019 годах проведено лесопатологическое обследование культур, направленное на определение санитарного состояния древостоев, выявление причин их ослабления и видовой принадлежности вредных организмов. В рамках лесопатологического обследования по каждому экотипу лиственницы студентами О.В. Теслицкой и А.А. Смыковой под руководством доцента Ю.И. Гниненко проведен сплошной перечет деревьев с определением состояния каждого дерева по шестибалльной шкале [117].

Оценка достоверности статистических показателей выборок диаметров деревьев экотипов лиственницы

Для оценки санитарного состояния чистых географических культур лиственницы требуется наличие надёжных полевых данных. Статистическая обработка полевых данных проведена по методике, предложеннной профессором В.К. Хлюстовым [18].

На основе данных сплошного перечета деревьев на постояных пробных площадях, полученных в 2018 году, произведён расчёт статистических показателей выборок диаметров деревьев по каждому из 37 экотипов лиственницы. Достоверность определения статистических показателей выборок оценена по ошибкам репрезентативности показателей изменчивости (коэффициентов вариации (V, %) и дифференциации (V_d, %) стандартного отклонения (σ, см)) и точности (±P, %) определения средних диаметров культур каждого экотипа. В таблице 7 приведены значения статистических показателей, характеризующих выборки по толщине деревьев.

Таблица 7 – Статистические показатели выборок по толщине деревьев экотипов лиственницы

№ ППП	Географический район происхождения семян	Статистические показатели					
		$D \pm m_D$ (см)	$\sigma \pm m_\sigma$ (см)	$V \pm m_V$ (%)	$V_d \pm m_{Vd}$ (%)	$P \pm m_P$ (%)	ДИГС$_{0,95}$ (см)
Лиственница сибирская							
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	21,7±0,67	8,6±0,47	39,5±0,86	58,8±1,90	3,1±0,07	20,4-23,0
3	Омская область, Тарский р-н	21,5±0,46	8,2 ±0,33	37,9±0,58	62,0±1,54	2,1±0,03	20,6-22,4
7	Московская область, Раменский гор. округ	21,9±0,48	7,9±0,34	36,2±0,57	54,9±1,30	2,2±0,03	20,9-22,8
8	Московская область, Раменский гор. округ	22,3±0,50	8,5±0,35	38,2±0,61	60,2±1,51	2,3±0,04	21,3-23,3
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	20,9±0,63	7,6±0,44	36,3±0,77	66,6±2,59	3,0±0,06	19,7-22,1
10	Иркутская область, Братский р-н	21,8±0,44	8,0±0,31	36,7±0,52	52,6±1,07	2,0±0,03	20,9-22,6
16	Красноярский край, Енисейский р-н	21,6±0,37	7,3±0,37	33,6±0,57	59,4±1,78	2,4±0,13	20,6-22,6
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	23,1±0,54	8,2±0,38	35,4±0,58	47,8±1,06	2,3±0,07	22,0-24,1
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	22,6±0,47	7,5±0,33	33,3±0,49	48,6±1,03	2,1±0,06	21,7-23,5
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	23,2±0,63	9,7±0,44	42,0±0,80	58,3±1,55	2,7±0,10	22,0-24,5
30	Красноярский край, Туруханский р-н	18,3±0,56	7,7±0,40	42,1±0,91	73,0±2,74	3,1±0,20	17,2-19,4
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	20,4±0,45	7,9±0,32	38,5±0,60	65,5±1,73	2,2±0,10	19,6-21,3
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	22,4±0,58	9,5±0,41	42,5±0,77	59,8±1,54	2,6±0,05	21,3-23,6
36	Москва, Троицкий адм. округ	22,3±0,59	9,6±0,42	43,1±0,81	71,1±2,20	2,7±0,05	21,1-23,4
Лиственница Сукачёва							
1	Республика Коми, Удорский р-н	22,9±0,47	7,7±0,33	33,5±0,49	48,0±1,01	2,1±0,03	22,0-23,8
4	Архангельская область, Вельский р-н	23,1±0,49	8,1±0,35	35,2±0,53	48,8±1,02	2,1±0,03	22,1-24,0
12	Кировская область, Подосиновский р-н	23,4±0,48	8,4±0,34	36,1±0,53	53,3±1,14	2,1±0,03	22,5-24,3
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	23,4±0,49	8,2±0,35	35,0±0,52	55,6±1,31	2,1±0,03	22,4-24,3
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	20,0±0,46	7,8±0,33	38,9±0,62	67,0±1,88	2,3±0,04	19,1-20,9
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	22,3±0,52	7,9±0,37	35,3±0,58	63,3±1,87	2,3±0,04	21,3-23,3
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	22,9±0,44	7,7±0,31	33,7±0,46	53,3±1,14	1,9±0,03	22,0-23,7
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	24,0±0,56	9,6±0,39	39,9±0,65	53,3±1,17	2,3±0,04	22,9-25,1
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	26,2±0,87	13,3±0,62	50,9±1,20	65,3±1,98	3,3±0,08	24,5-27,9
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	22,3±0,47	7,9±0,33	35,5±0,53	58,8±1,46	2,1±0,03	21,4-23,2
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	21,7±0,51	7,3±0,36	33,5±0,56	56,5±1,59	2,4±0,04	20,7-22,7
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	25,4±0,56	8,8±0,40	34,6±0,54	56,7±1,46	2,2±0,03	24,3-26,5
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	23,1±0,51	8,1±0,36	34,9±0,54	50,6±1,14	2,2±0,03	22,1-24,0
Лиственница европейская							
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	31,8±0,79	11,9±0,56	37,3±0,65	52,0±1,27	2,5±0,04	30,3-33,4
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	25,2±0,74	11,4±0,52	45,4±0,94	71,0±2,29	2,9±0,06	23,8-26,7
18	Московская область, Можайский гор. округ	24,7±0,89	13,0±0,63	52,7±1,35	77,8±2,95	3,6±0,09	23,0-26,5
24	Московская область, Раменский гор. округ	28,5±0,77	13,1±0,54	46,0±0,87	63,7±1,68	2,7±0,05	27,0-30,0
37	Москва, Троицкий адм. округ	28,3±0,61	10,5±0,43	37,0±0,57	47,1±0,91	2,2±0,03	27,1-29,5
Лиственница даурская							
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	22,8±0,86	10,5±0,61	46,3±1,24	69,7±2,81	3,8±0,10	21,1-24,5
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	18,5±0,79	7,8±0,56	42,1±1,26	61,8±2,75	4,3±0,13	16,9-20,0
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	25,2±1,42	9,7±1,00	38,6±1,54	52,4±2,83	5,7±0,23	22,4-27,9
Лиственница японская							
22	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	26,7±0,57	10,2±0,57	38,2±0,58	55,5±1,22	2,1±0,03	25,5-27,8
Лиственница Чекановского							
5	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	21,9±0,53	8,6±0,37	39,3±0,67	49,2±1,05	2,4±0,04	20,8-22,9

Достоверность статистических показателей как отношение показателей к их ошибкам во всех случаях превышает критическую величину (t>3), что свидетельствует о надёжности данных для оценки санитарного состояния 37 экотипов лиственницы. Показатели варьирования диаметров деревьев имеют по стандартному отклонению (σ) диапазон от 7,3 до 13,1 см, по коэффициенту вариации (V) – от 33,3 до 52,7 %, по коэффициенту дифференциации (V_d) – от

47,1 до 77,8 %. Точность определения среднего диаметра (P) находится в диапазоне от ±1,9 до ±5,7 %. Наряду с этим, был оценён доверительный интервал для генеральной средней (ДИГС) лесных культур, характеризуемый предельными значениями среднего диаметра на 95-процентном уровне доверительной вероятности, который находится в пределах 2-6 сантиметров при точности определения до ±5,7 %.

Определение средней категории состояния деревьев по каждому виду и экотипу лиственницы

По результатам обследования по каждому экотипу лиственницы проведено распределение числа деревьев и запаса по шести категориям состояния, рассчитаны средние показатели санитарного состояния древостоев: средняя (средневзвешенная) категория состояния, текущий и общий отпад (таблица 8). Средняя высота экотипов определена по графикам высот, построенным по 20-30 учётным деревьям, охватывающим размах варьирования деревьев по толщине. Уравнения регрессии графиков высот по каждому экотипу использованы для получения теоретических значений высоты при известной толщине деревьев на высоте груди (1,3 м). Объём стволов определён по уравнению регрессии, полученному по данным региональных таблиц объёмов [52]. Суммированием объёмов стволов на пробной площади получен запас по каждой категории состояния деревьев. По каждому экотипу определена доля участия каждой категории состояния деревьев от общего запаса древостоя и определена средневзвешенная категория состояния деревьев (таблица 9).

В 2018 году, при оценке состояния чистых культур 37 экотипов лиственницы, было выявлено, что во всех древостоях практически полностью отсутствали сильно ослабленные и усыхающие деревья. Свежий сухостой также немногочисленен. Основную долю составляли здоровые, ослабленные деревья и старый сухостой.

Таблица 8 – Санитарное состояние чистых географических культур лиственницы в 2018 году по числу деревьев

№ ПП	Географический район происхождения семян	Средняя категория состояния		Отпад, %	
		Древостоя	Вида	Текущий	Общий
Лиственница сибирская					
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	3,2±0,03	3,0	0,6	31,9
3	Омская область, Тарский р-н	2,1±0,02		3,2	17,4
7	Московская область, Раменский гор. округ	3,3±0,02		19,0	42,9
8	Московская область, Раменский гор. округ	3,1±0,02		18,8	40,1
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	3,2±0,03		10,3	39,0
10	Иркутская область, Братский р-н	1,8±0,01		1,5	11,9
16	Красноярский край, Енисейский р-н	3,4±0,03		4,6	45,2
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	4,2±0,02		5,2	59,9
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	2,6±0,02		1,5	26,8
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	3,3±0,02		1,3	39,6
30	Красноярский край, Туруханский р-н	3,7±0,03		0,0	47,6
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	2,2±0,02		0,3	23,2
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	3,2±0,02		0,0	41,9
36	Москва, Троицкий адм. округ	4,1±0,02		0,4	58,7
Лиственница Сукачёва					
1	Республика Коми, Удорский р-н	2,8±0,02	2,8	3,4	29,3
4	Архангельская область, Вельский р-н	3,1±0,02		8,8	36,9
12	Кировская область, Подосиновский р-н	2,6±0,02		1,0	28,7
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	2,7±0,02		1,1	28,1
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	3,2±0,02		8,1	41,8
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	3,3±0,02		0,0	43,7
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	2,7±0,02		0,0	28,2
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	2,5±0,02		0,3	28,3
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	2,4±0,02		0,0	25,3
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	2,7±0,02		0,4	33,2
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	3,2±0,02		0,0	41,6
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	2,6±0,02		0,0	26,7
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	2,8±0,02		0,0	31,5
Лиственница европейская					
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	2,4±0,02	2,9	1,3	27,6
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	3,7±0,02		5,8	51,2
18	Московская область, Можайский гор. округ	4,1±0,02		0,0	57,7
24	Московская область, Раменский гор. округ	2,2±0,02		0,3	20,5
37	Москва, Троицкий адм. округ	2,6±0,02		0,3	30,4
Лиственница даурская					
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	3,2±0,03	3,4	20,4	41,4
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	3,9±0,05		2,1	56,7
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	2,9±0,11		0,0	31,9
Лиственница Чекановского					
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	3,4±0,02	3,4	23,5	45,1
Лиственница японская					
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	2,8±0,02	2,8	0,3	34,5

Таблица 9 – Санитарное состояние чистых географических культур лиственницы в 2018 году по запасу

№ ПП	Географический район происхождения семян	Средняя категория состояния		Отпад, %	
		древостоя	вида	Текущий	Общий
Лиственница сибирская					
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	2,2±0,05	2,3	0,2	9,2
3	Омская область, Тарский р-н	1,5±0,03		1,7	5,6
7	Московская область, Раменский гор. округ	2,7±0,03		17,5	28,0
8	Московская область, Раменский гор. округ	2,6±0,03		17,8	28,6
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	2,4±0,07		8,3	21,7
10	Иркутская область, Братский р-н	1,5±0,03		1,2	6,4
16	Красноярский край, Енисейский р-н	2,5±0,04		4,7	27,6
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	3,6±0,03		3,7	44,8
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	2,0±0,03		1,8	14,1
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	2,0±0,03		2,5	12,8
30	Красноярский край, Туруханский р-н	2,2±0,07		0,0	17,4
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	1,4±0,03		0,1	6,4
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	2,7±0,03		0,0	29,2
36	Москва, Троицкий адм. округ	2,9±0,03		0,2	34,9
Лиственница Сукачёва					
1	Республика Коми, Удорский р-н	2,0±0,03	1,8	1,4	10,1
4	Архангельская область, Вельский р-н	2,2±0,03		5,1	15,2
12	Кировская область, Подосиновский р-н	1,6±0,02		0,2	8,6
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	1,7±0,03		0,5	8,6
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	1,9±0,03		2,7	13,6
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	2,1±0,04		0,0	18,1
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	1,8±0,03		0,0	9,9
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	1,9±0,02		1,1	16,6
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	1,3±0,02		0,0	4,6
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	1,6±0,03		0,1	11,0
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	1,9±0,04		0,0	14,6
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	1,7±0,02		0,0	9,5
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	1,7±0,03		0,0	9,9
Лиственница европейская					
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	1,6±0,02	2,0	0,4	12,1
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	3,0±0,02		1,9	35,3
18	Московская область, Можайский гор. округ	2,5±0,03		0,0	26,1
24	Московская область, Раменский гор. округ	1,6±0,01		0,2	8,8
37	Москва, Троицкий адм. округ	1,9±0,02		0,1	14,8
Лиственница даурская					
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	2,2±0,05	2,3	14,7	20,8
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	2,9±0,14		2,0	35,0
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	1,9±0,15		0,0	13,1
Лиственница Чекановского					
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	2,6±0,03	2,6	18,8	25,8
Лиственница японская					
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	2,2±0,02	2,2	0,2	22,2

Исходя из приведённых данных, следует, что средняя категория состояния деревьев по каждому виду лиственницы составляла по числу

деревьев от 2,8 до 3,4; по запасу – от 1,8 до 2,6, что является следствием наличия большого количества сухостойных деревьев на каждой пробной площади. Занижение средней категории состояния деревьев, расчитанной по числу деревьев по отношению к аналогичному показателю, полученному через запас древостоев, объясняется преобладанием тонкомерного сухостоя, накапливающегося и остающегося на корню на всех пробных площадях в течение десятков лет.

Распределения числа деревьев и запаса экотипов лиственниц сибирской, Сукачёва, европейской и даурской по категориям состояния деревьев приведены на рисунках 13-20.

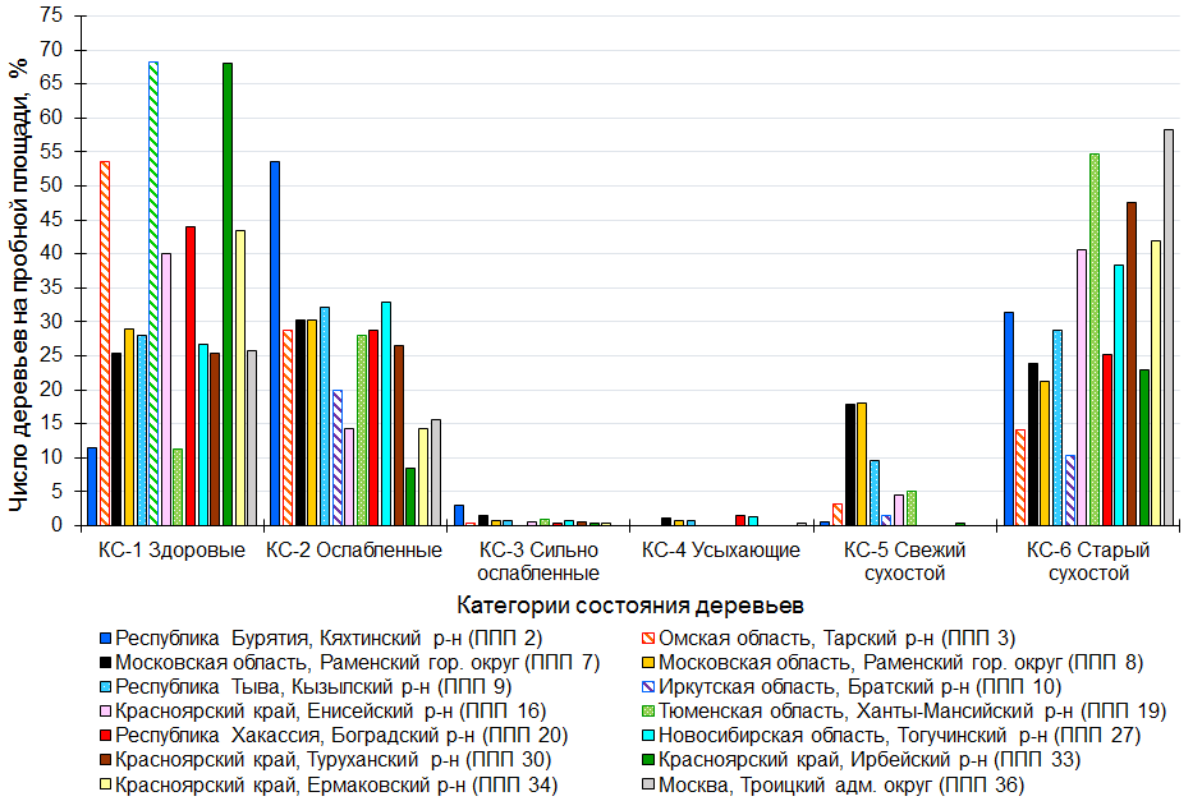


Рисунок 13 – Распределение числа деревьев экотипов лиственницы сибирской по категориям состояния

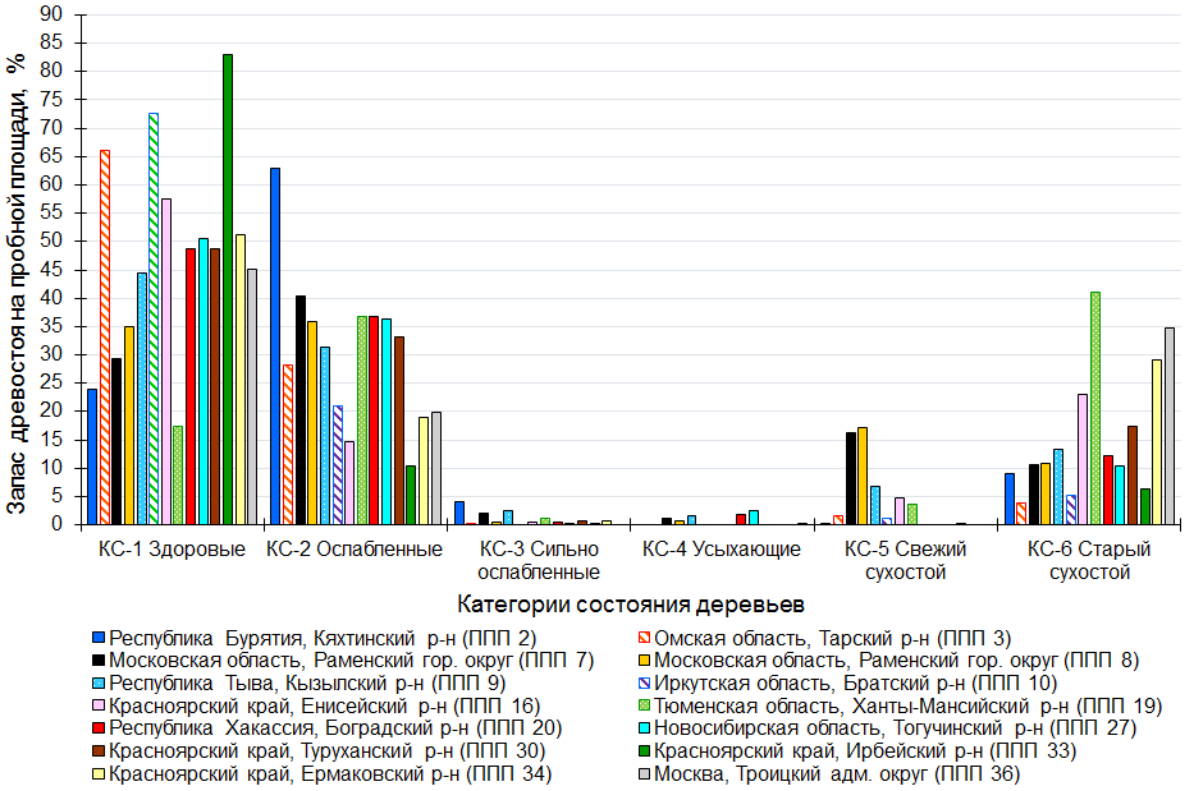


Рисунок 14 – Распределение запаса экотипов лиственницы сибирской по категориям состояния деревьев

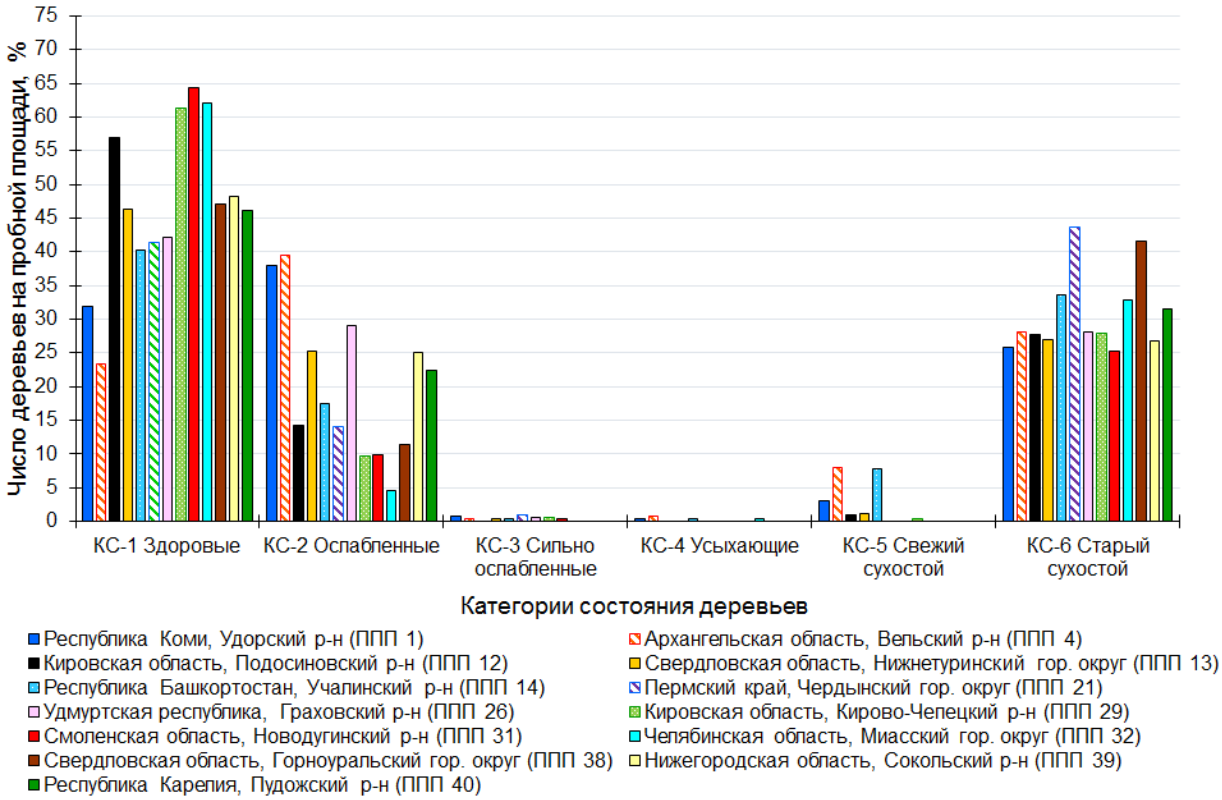


Рисунок 15 – Распределение числа деревьев экотипов лиственницы Сукачёва по категориям состояния

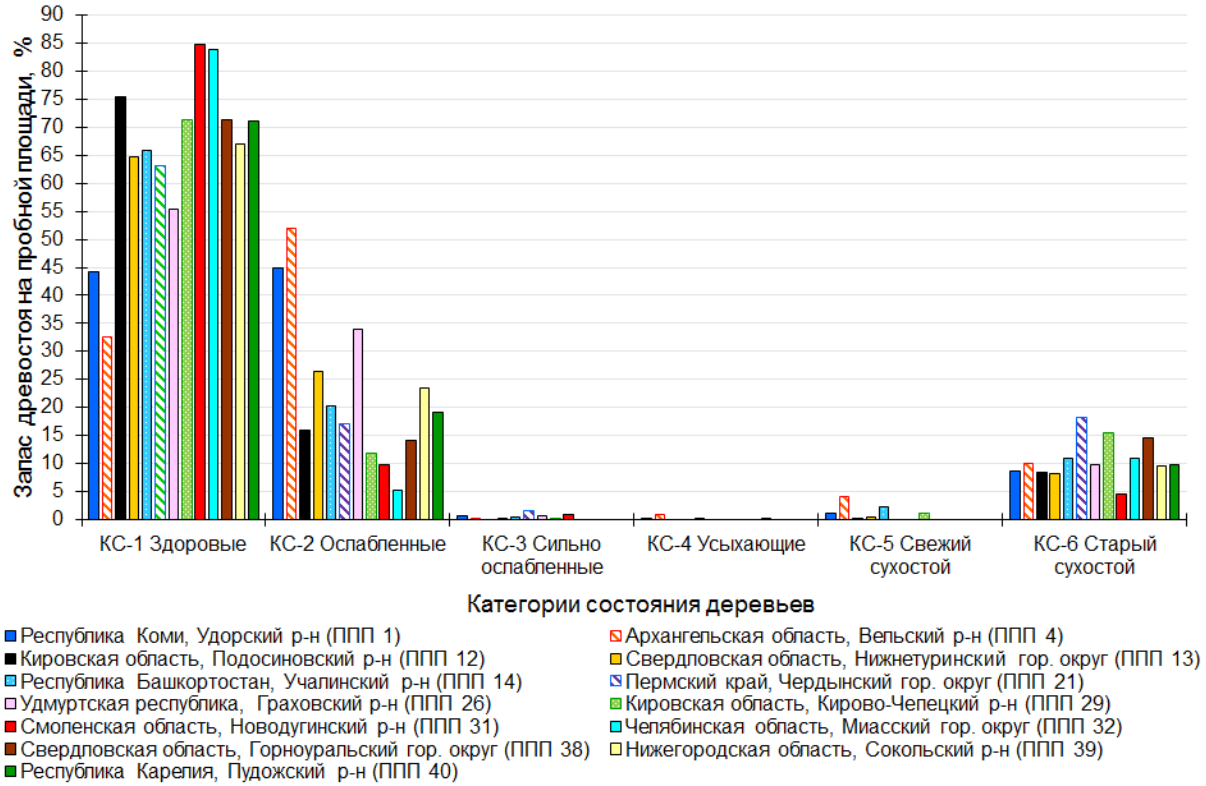


Рисунок 16 – Распределение запаса экотипов лиственницы Сукачёва по категориям состояния деревьев

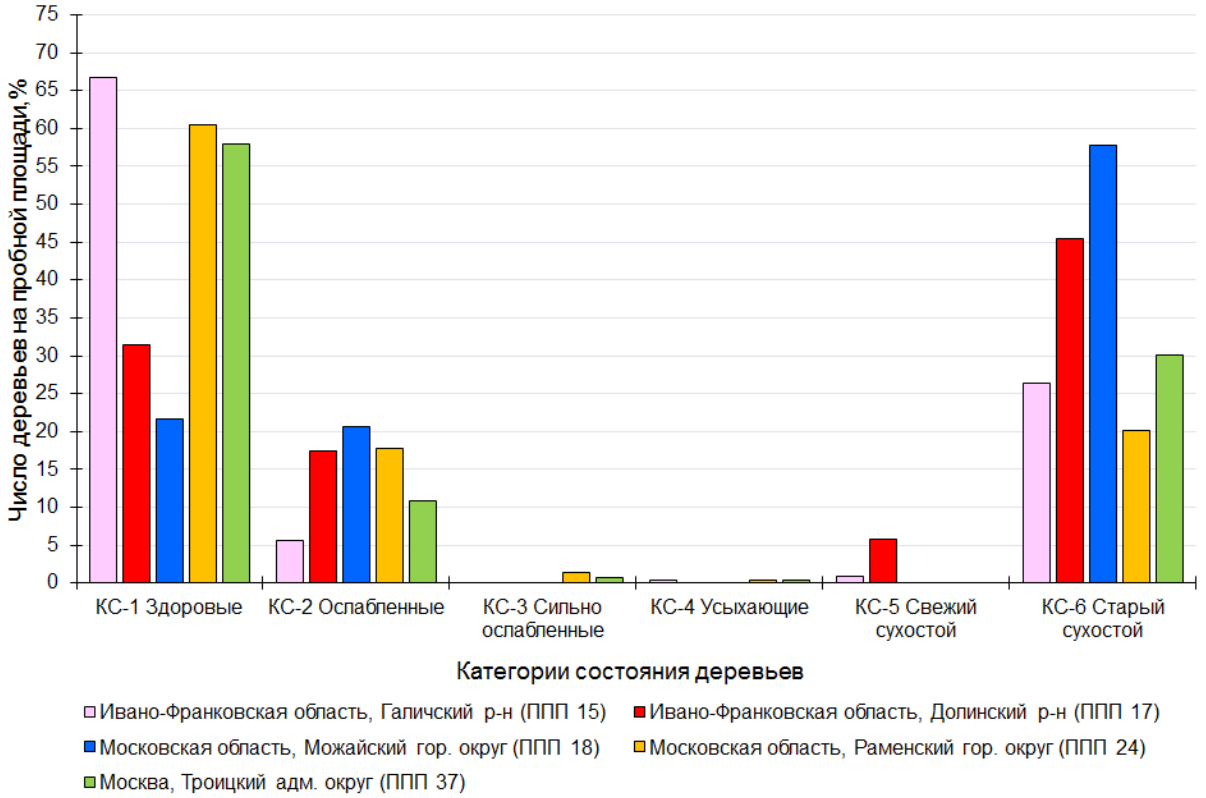


Рисунок 17 – Распределение числа деревьев экотипов лиственницы европейской по категориям состояния

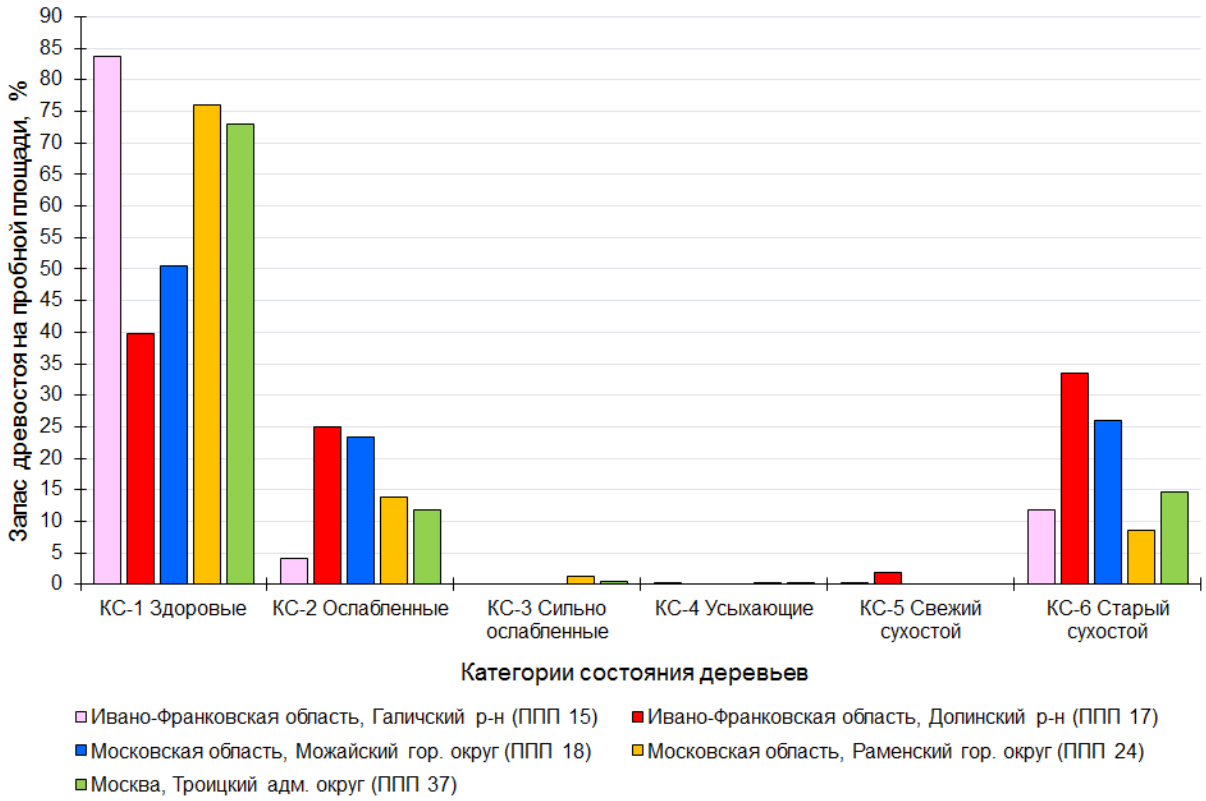


Рисунок 18 – Распределение запаса экотипов лиственницы европейской по категориям состояния деревьев

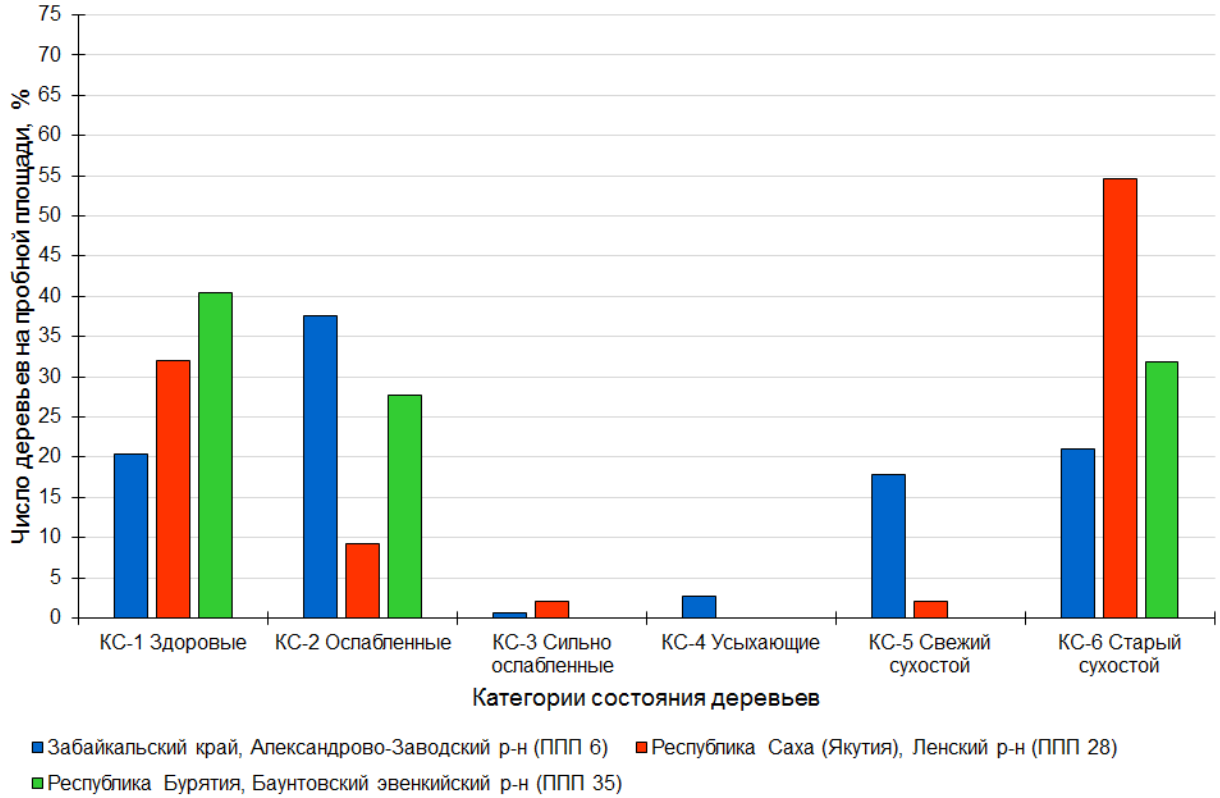


Рисунок 19 – Распределение числа деревьев экотипов лиственницы даурской по категориям состояния

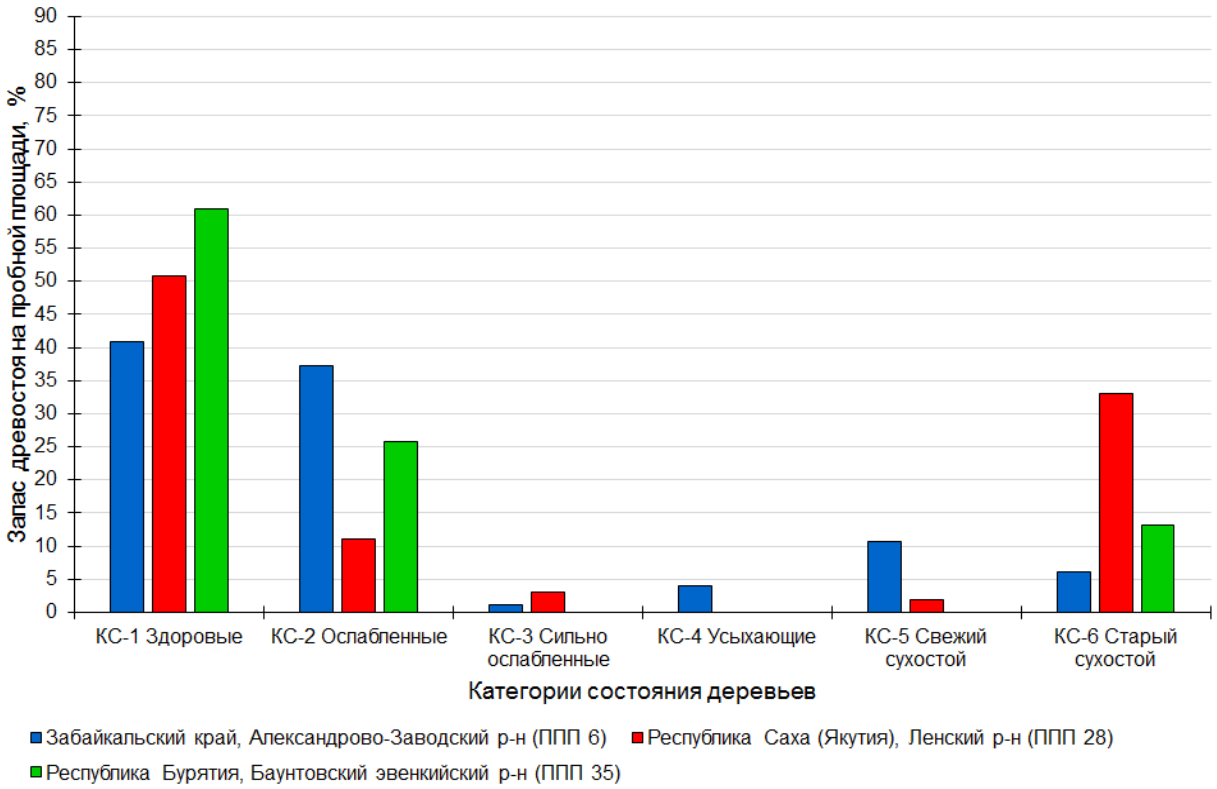


Рисунок 20 – Распределение запаса экотипов лиственницы даурской по категориям состояния деревьев

Среди четырнадцати экотипов лиственницы сибирской лучшими по санитарному состоянию являлись экотипы из Тарского района Омской области (ППП 3), Братского района Иркутской области (ППП 10) и Ирбейского района Красноярского края (ППП 33). Среди тринадцати экотипов лиственницы Сукачёва наиболее усточивыми являлись экотипы из Подосиновского района Кировской области (ППП 12), Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) и Сокольского района Нижегородской области (ППП 39). Среди пяти экотипов лиственницы европейской наиболее устойчивыми являлись экотипы из Раменского городского округа Московской области (ППП 24) и Галичского района Ивано-Франковская области Украины (ППП 15). Вышеперечисленные экотипы имели среднюю категорию состояния по числу деревьев от 1,8±0,01 до 2,6±0,02 и по запасу – от 1,3±0,02 до 1,7±0,02.

Наихудшее санитарное состояние по числу сухостойных деревьев и по запасу сухостоя было отмечено у экотипов лиственницы сибирской из Ханты-

Мансийского района Тюменской области (ППП 19), Троицкого административного округа Москвы (ППП 36) и Раменского городского округа Московской области (ППП 7); экотипов лиственницы Сукачёва – из Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21) и Вельского района Архангельской области (ППП 4); экотипов лиственницы европейской – из Долинского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 17) и Можайского городского округа Московской области (ППП 18); экотипа лиственницы даурской – из Ленского района Республики Саха (ППП 28).

Текущий отпад, как известно, представляет собой долю деревьев, усохших в текущем году (4 и 5 категории состояния). Он имеет патологический характер, если составляет более 3 % от общего запаса древостоя. По величине текущего отпада была определена степень нарушения биологической устойчивости географических культур. Слабую нарушенность (от 3,7 до 5,1 %) на момент обследования имели экотипы лиственницы сибирской из Енисейского района Красноярского края (ППП 16) и Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19), а также культуры лиственницы Сукачёва из Вельского района Архангельской области (ППП 4); среднюю нарушенность (от 8,3 до 18,8 %) имели культуры лиственницы сибирской из Раменского городского округа Московской области (ППП 7 и 8) и Кызылского района Республики Тыва (ППП 9), лиственницы даурской из Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6) и лиственницы Чекановского из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5). Приведённые данные свидетельствуют о частичной потере биологической устойчивости вышеперечисленных культур.

В 2019 году нами проведено повторное лесопатологическое обследование чистых географических культур с целью выявления изменений санитарного состояния древостоев за прошедший год. Перед началом лесопатологического обследования из 37 экотипов лиственницы отобран ряд экотипов, относящихся к наиболее перспективным видам лиственницы (лиственницы сибирская, Сукачёва, европейская и японская) и характеризующихся наилуч-

шим и наихудшим санитарным состоянием древостоев по данным обследования 2018 года. Общее число отобранных экотипов составляло 21 шт. Лесопатологическое обследование проведено в соответствии с методикой работ 2018 года. По результатам обследования для каждого экотипа лиственницы была определена средняя категория состояния деревьев (таблица 10). На основании приведенных данных можно судить об ухудшении санитарного состояния культур в 2019 году в сравнении с предыдущим годом.

Таблица 10 – Санитарное состояние чистых географических культур лиственницы в 2018-2019 годах

№ ПП	Географический район происхождения семян	Средняя категория состояния			
		По числу деревьев		По запасу древесины	
		2018 год	2019 год	2018 год	2019 год
Лиственница сибирская					
3	Омская область, Тарский р-н	2,1±0,02	2,2±0,02	1,5±0,03	1,6±0,03
7	Московская область, Раменский гор. округ	3,3±0,02	3,5±0,02	2,7±0,03	2,9±0,03
8	Московская область, Раменский гор. округ	3,1±0,02	3,4±0,02	2,6±0,03	2,9±0,03
10	Иркутская область, Братский р-н	1,8±0,01	1,9±0,01	1,5±0,03	1,6±0,03
16	Красноярский край, Енисейский р-н	3,4±0,03	3,4±0,03	2,5±0,04	2,6±0,04
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	4,2±0,02	4,4±0,02	3,6±0,03	3,7±0,03
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	2,2±0,02	2,3±0,02	1,4±0,03	1,5±0,03
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	3,2±0,02	3,3±0,02	2,7±0,03	2,7±0,03
36	Москва, Троицкий адм. округ	4,1±0,02	4,1±0,02	2,9±0,03	3,0±0,03
Лиственница Сукачёва					
1	Республика Коми, Удорский р-н	2,8±0,02	2,9±0,02	2,0±0,03	2,0±0,03
4	Архангельская область, Вельский р-н	3,1±0,02	3,3±0,02	2,2±0,03	2,3±0,03
12	Кировская область, Подосиновский р-н	2,6±0,02	2,7±0,02	1,6±0,02	1,7±0,02
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	2,5±0,02	2,6±0,02	1,9±0,02	2,0±0,02
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	2,4±0,02	2,5±0,02	1,3±0,02	1,4±0,02
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	2,6±0,02	2,6±0,02	1,7±0,02	1,7±0,02
Лиственница европейская					
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	2,4±0,02	2,6±0,02	1,6±0,02	1,8±0,02
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	3,7±0,02	3,9±0,02	3,0±0,02	3,2±0,02
18	Московская область, Можайский гор. округ	4,1±0,02	4,2±0,02	2,5±0,03	2,7±0,03
24	Московская область, Раменский гор. округ	2,2±0,02	2,4±0,02	1,6±0,01	1,7±0,01
37	Москва, Троицкий адм. округ	2,6±0,02	2,7±0,02	1,9±0,02	1,9±0,02
Лиственница японская					
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	2,8±0,02	3,2±0,02	2,2±0,02	2,6±0,02

На следующем этапе исследования проведена статистическая оценка ухудшения санитарного состояния географических культур за прошедший год. По результатам однофакторного дисперсионного анализа выявлено, что ухудшение санитарного состояния культур лиственниц сибирской, Сукачёва и

европейской за прошедший год статистически недостоверно, т.к. для всех экотипов расчетные значения *F*-критерия Фишера меньше теоретического значения на 5 %-ном уровне значимости при соответствующем числе степеней свободы. Ухудшение санитарного состояния культур лиственницы японской (Кемпфера) на ППП 22 в 2019 году статистически достоверно, т.к. расчетное значение *F*-критерия для данного экотипа больше теоретического значения на 1 %-м уровне значимости при соответствующем числе степеней свободы. Подобное явление объясняется наличием большого количества деревьев с признаками ослабления в 2019 году. Итоги однофакторного дисперсионного анализа представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Статистическая оценка изменений санитарного состояния экотипов лиственницы за один календарный год

№ ПП	Географический район происхождения семян	F расчетное	P	F_{05}	F_{01}
Лиственница сибирская					
3	Омская область, Тарский р-н	0,20	0,657	3,86	6,68
7	Московская область, Раменский гор. округ	1,56	0,213	3,86	6,68
8	Московская область, Раменский гор. округ	2,77	0,097	3,86	6,68
10	Иркутская область, Братский р-н	1,00	0,317	3,86	6,67
16	Красноярский край, Енисейский р-н	0,23	0,635	3,87	6,70
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	0,46	0,500	3,86	6,69
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	0,32	0,571	3,86	6,68
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	0,10	0,756	3,86	6,68
36	Москва, Троицкий адм. округ	0,03	0,864	3,86	6,68
Лиственница Сукачёва					
1	Республика Коми, Удорский р-н	0,31	0,576	3,86	6,68
4	Архангельская область, Вельский р-н	0,33	0,565	3,86	6,68
12	Кировская область, Подосиновский р-н	0,47	0,492	3,86	6,68
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	0,22	0,641	3,86	6,68
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	0,23	0,631	3,86	6,69
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	0,00	0,948	3,86	6,69
Лиственница европейская					
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	0,63	0,427	3,86	6,69
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	0,70	0,405	3,86	6,69
18	Московская область, Можайский гор. округ	0,12	0,727	3,86	6,70
24	Московская область, Раменский гор. округ	1,00	0,318	3,86	6,68
37	Москва, Троицкий адм. округ	0,06	0,810	3,86	6,68
Лиственница японская					
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	6,88	0,009	3,86	6,67

На основании таблиц 10 и 11 можно сделать вывод, что для большинства из представленных экотипов характерно несущественное ухудшение санитарного состояния древостоев, что связно с постепенным накоплением старого

сухостоя и увеличением доли ослабленных деревьев. Во всех культурах отмечено минимальное количество сильно ослабленных и усыхающих деревьев, свежий сухостой представлен единичными деревьями и составлял не более 1,4 % от общего количества учтенных деревьев на пробных площадях.

В 2019 году проведена аэрофотосъёмка участка географических культур (рисунок 21). Участки патологического отпада представлены на ортофотоплане фиолетовым цветом и затрагивают разные экотипы лиственницы, что свидетельствует об отсутсвии видимой взаимосвязи между характером усыхания и георафическим происхождением семян разных видов лиственницы. Тем не менее, в наиболее устойчивых экотипах отмечены единичные сухостойные деревья или небольшие группы патологического отпада (в т.ч. опушечное расположение), в менее устойчивых экотипах наблюдаются большие группы сухостойных деревьев разных классов роста.

В культурах лиственниц европейской и японской (Кемпфера) на стволах растущих деревьев, граничащих с участками патологического отпада, наблюдается рост молодых побегов и формирование вторичной кроны. Сомкнутость географических культур, вызванная высокой начальной густотой посадки (8 тыс./га) и низкой эффективностью проведенных лесоводственных мероприятий, является причиной формирования узких крон у растущих деревьев. Учитывая данное обстоятельство, можно сделать вывод, что одной из причин формирования вторичных крон является резкая разреженность полога, вызванная усыханием соседних деревьев. В изменившихся условиях роста, деревья стремятся более эффективно использовать появившийся световой ресурс путем формирования вторичных крон (рисунок 22).

Иной причиной является попытка деревьев восстановить потерянную вследствие ослабления крону путем формирования вторичной из спящих почек. Описанное явление наблюдается у деревьев разных классов роста, хорошо заметно у исключительно развитых (I-II классы). У отстающих в росте деревьев, помимо развития вторичной кроны, проявляется суховершинность.

Рисунок 21 – Ортофотоплан чистых географических культур лиственницы, Бронницкое участковое лесничество, квартал 74, выдел 13

Рисунок 22 – Деревья лиственницы европейской с признаками формирования вторичной кроны: ППП 24 (слева); ППП 37 (справа)

Обследование экотипов, направленное на определение доли ослабленных деревьев с ранним пожелтением хвои в кроне

В первой декаде сентября 2018 года студентами О.В. Теслицкой и А.А. Смыковой под руководством доцента Ю.И. Гниненко проведено обследование экотипов лиственниц сибирской, Сукачёва и европейской с целью выявления ослабленных деревьев с пожелтевшей хвоей в кроне. В процессе обследования 32 экотипов проводилась визуальная оценка крон деревьев по 5-ти бальной шкале: 1 – без признаков раннего пожелтения; 2 – пожелтение отдельных веточек; 3 – пожелтение до 25 % кроны; 4 – пожелтение от 26 до 75 % кроны; 5 – полное пожелтение (отдельные зеленые ветви). По результатам обследования, для каждого экотипа представлено распределение числа деревьев по категориям состояния по степени пожелтения кроны. Итоги обследования представлены в таблице 12 и на рисунках 23-25.

Среди экотипов лиственницы сибирской наибольшее количество деревьев с признаками раннего пожелтения хвои в кроне отмечено в культурах из Туруханского района Красноярского края (ППП 30) и Тогучинского района

Новосибирской области (ППП 27). В указанных экотипах встречались единичные деревья с полным ранним пожелтением кроны (рисунок 26).

Таблица 12 – Итоги обследования культур с целью выявления ослабленных деревьев с пожелтевшей хвоей в кроне (9 сентября 2018 года)

№ ППП	Географический район происхождения семян	Распределение числа деревьев по категориям состояния					
		Всего деревьев на ППП	КС-1 Без признаков раннего пожелтения	КС-2 Пожелтение отдельных веточек	КС-3 Пожелтение до 25 % кроны	КС-4 Пожелтение от 26 до 75 % кроны	КС-5 Полное пожелтение
Лиственница сибирская							
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	113	101	8	3	1	-
3	Омская область, Тарский р-н	263	238	14	8	3	-
7	Московская область, Раменский гор. округ	157	141	13	3	-	-
8	Московская область, Раменский гор. округ	176	158	6	8	4	-
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	90	80	9	1	-	-
10	Иркутская область, Братский р-н	299	254	21	23	1	-
16	Красноярский край, Енисейский р-н	110	91	14	5	-	-
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	93	85	5	3	-	-
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	193	180	9	4	-	-
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	149	104	28	15	1	1
30	Красноярский край, Туруханский р-н	99	60	18	19	1	1
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	236	224	12	-	-	-
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	160	152	6	2	-	-
36	Москва, Троицкий адм. округ	109	106	2	-	-	1
Лиственница Сукачёва							
1	Республика Коми, Удорский р-н	186	144	20	20	2	-
4	Архангельская область, Вельский р-н	176	150	21	5	-	-
12	Кировская область, Подосиновский р-н	222	215	7	-	-	-
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	199	182	12	5	-	-
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	167	165	2	-	-	-
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	129	105	22	2	-	-
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	222	192	18	10	1	1
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	218	206	10	2	-	-
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	176	158	15	3	-	-
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	189	176	9	4	-	-
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	118	117	-	1	-	-
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	182	169	11	2	-	-
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	174	144	12	17	1	-
Лиственница европейская							
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	169	165	4	-	-	-
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	119	119	-	-	-	-
18	Московская область, Можайский гор. округ	89	88	1	-	-	-
24	Московская область, Раменский гор. округ	233	226	7	-	-	-
37	Москва, Троицкий адм. округ	204	202	1	1	-	-

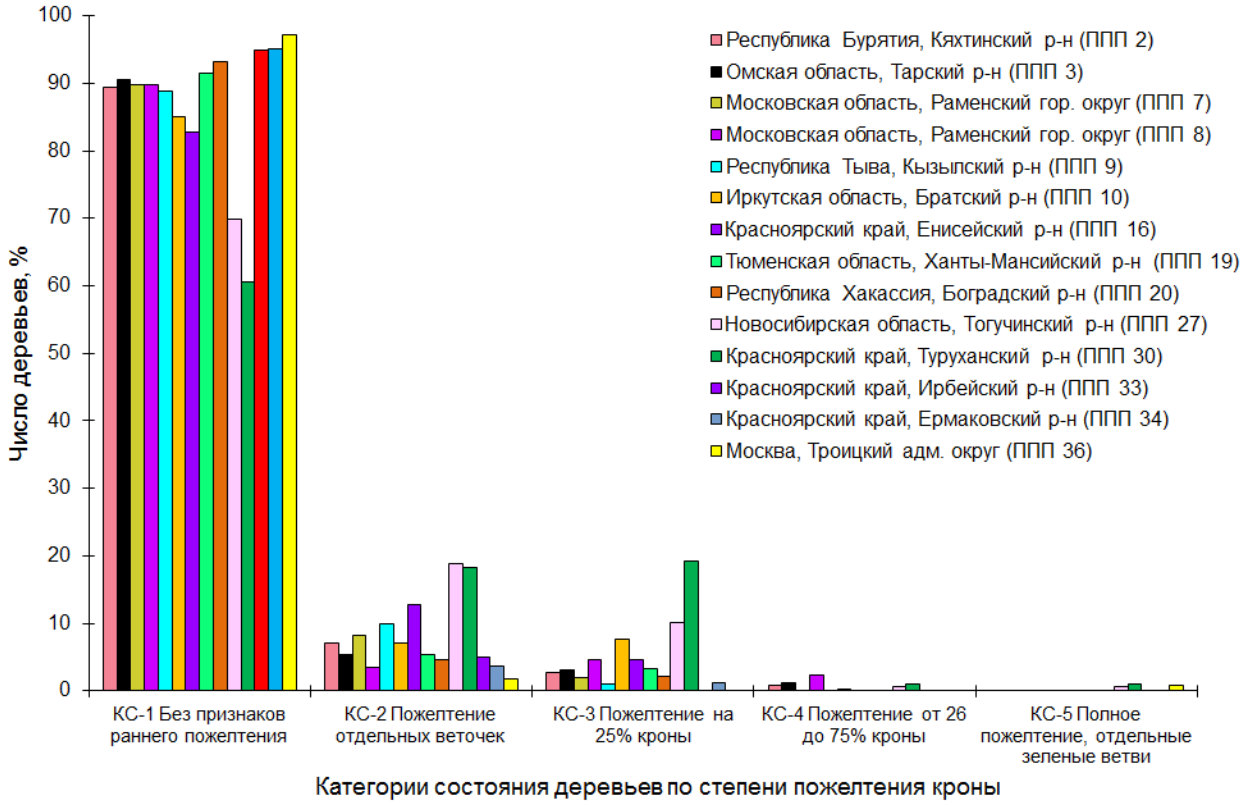


Рисунок 23 – Распределение экотипов лиственницы сибирской по категориям состояния (по степени пожелтения кроны)

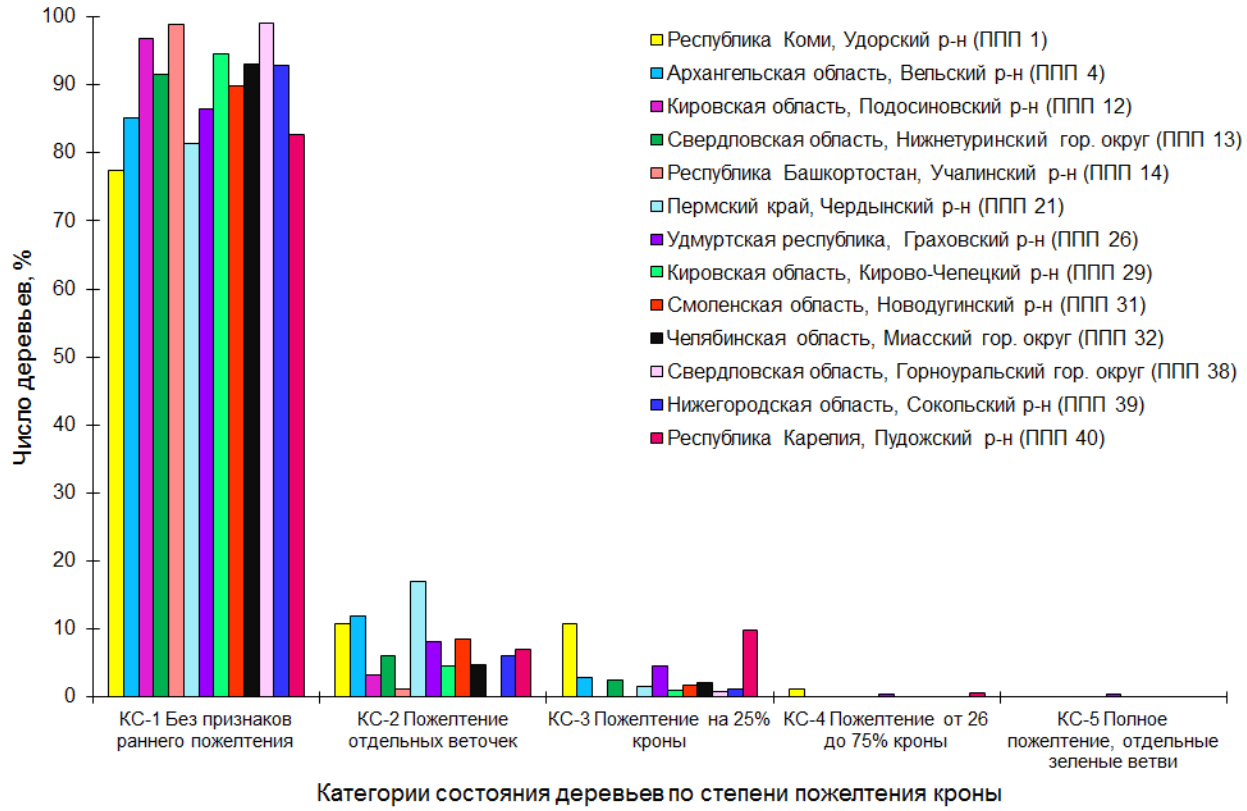


Рисунок 24 – Распределение экотипов лиственницы Сукачёва по категориям состояния (по степени пожелтения кроны)

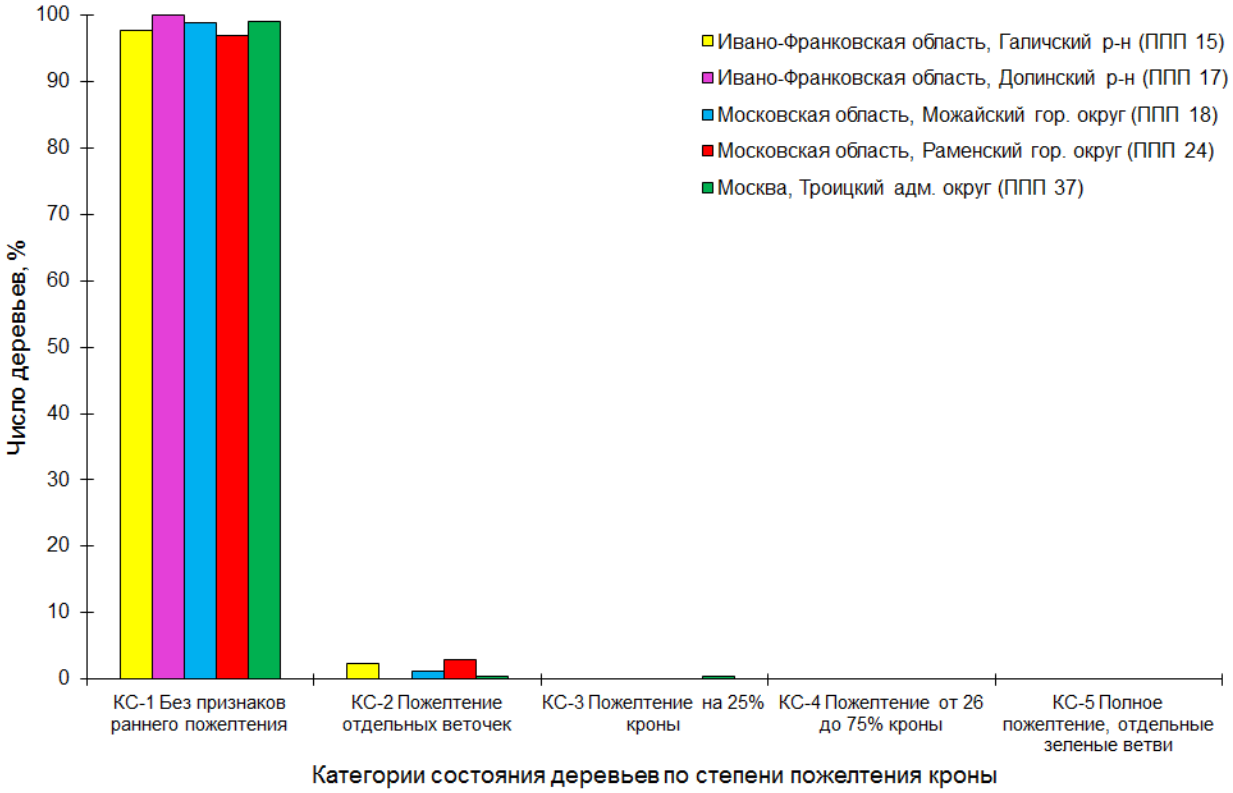


Рисунок 25 – Распределение экотипов лиственницы европейской по категориям состояния (по степени пожелтения кроны)

Рисунок 26 – Обследование культур с целью выявления ослабленных деревьев с пожелтевшей хвоей в кроне (9 сентября 2018 года)

В культурах лиственницы Сукачёва наибольшее количество деревьев с признаками раннего пожелтения хвои в кроне отмечено в экотипах из Пудожского района Республики Карелии (ППП 40), Удорского района Республики Коми (ППП 1) и Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21).

Среди экотипов лиственницы европейской наибольшее количество деревьев с признаками раннего пожелтения хвои в кроне отмечено в экземплярах из Раменского городского округа Московской области (ППП 24) и Галичского района Ивано-Франсковской области (ППП 15). В культурах лиственницы европейской отмечены единичные деревья с признаками раннего пожелтения отдельных веточек в кронах.

Профессор В.П. Тимофеев в 1947-1977 годах отмечал, что лиственница, благодаря более длительному периоду роста и более высокой фотосинтетической способности, обеспечивает себе преимущества перед местными породами – сосной и елью. Изучая продолжительность периода роста, охвоение, анатомическое строение хвои, процесс дифференциации стволов в древостоях лиственницы различного географического происхождения, профессор В.П. Тимофеев определил, что наиболее продолжительный вегетационный период имеет лиственница европейская, хвоя которой держится на 24 дня дольше, чем у лиственницы Сукачёва и на 27 дней дольше, чем у лиственницы сибирской [148].

Проведённые осенью 2018 года наблюдения подтверждают вывод профессора В.П Тимофеева о наиболее продолжительном периоде роста лиственницы европейской в течение вегетационного периода по отношению к другим видам лиственницы [148].

Деревья без признаков раннего пожелтения хвои в первой декаде сентября у экотипов лиственницы европейской составляли не менее 97 % от общего количества на пробных площадях, у экотипов лиственницы Сукачёва – не менее 77 %, у экотипов лиственницы сибирской – не менее 61 % от общего количества деревьев на пробных площадях.

Оценка повреждаемости деревьев стволовыми, хвоегрызущими вредителями и дереворазрушающими грибами

В процессе обследования 67-летних географических культур лиственницы повреждения хвое-листогрызущими вредителями не были установлены, тем не менее, в июле 2019 года в опытных культурах нами обнаружены единичные особи шелкопряда-монашенки, а в октябре – зимней пяденицы. Большая часть обнаруженных бабочек располагалась на стволах лиственницы в комлевой части (рисунок 27).

Шелкопряд-монашенка (*Lymantria monacha* L.) широко распространен в лесной и лесостепной зонах европейской части России, в Крыму, на Кавказе, в Западной Сибири, в лесостепи южных районов Сибири, на Алтае, в Прибайкалье, Приамурье, Приморье и в южной половине Сахалина. В разных частях обширного ареала имеются существенные различия в биологии фитофага. К повреждаемым породам на европейской части России чаще всего относятся сосна и лиственница. Лёт бабочек начинается в июле и продолжается в августе. В течение указанного времени самки откладывают яйца в трещины коры в нижней части стволов, слегка склеивая их выделениями придаточных желез. Плодовитость самок может колебаться от 100 до 300 яиц [14]. Обычно в кладке насчитывается от 40 до 80 яиц. Развитие яиц начинается при температуре 8 °С и более. Оптимальная температура составляет 15-24 °С. Высокая относительная влажность воздуха (80-90 %) ускоряет развитие яиц [23].

Гусеницы вредителя отрождаются в мае и могут находиться на коре в месте отрождения от нескольких часов до 1-2 суток. Через несколько суток гусеницы поднимаются в кроны и приступают к питанию. Ветер легко переносит гусениц на довольно большие расстояния благодаря длинным волоскам на их теле. Питаться гусеницы начинают на мужских соцветиях или вгрызаются в начинающие рост брахибласты, затем начинают питаться хвоей. Развитие гусениц протекает наиболее быстро при температуре 21-28 °С и заканчивается на 41-52 день, при температуре 15 °С затягивается до 3 месяцев. Минимальные среднесуточные температуры для развития гусениц должны

превышать 6-7 °С. Гусеницы монашенки, дающие самцов, в процессе развития линяют четыре раза и проходят пять возрастов, а дающие самок – линяют пять раз и проходят шесть возрастов. Питание гусениц продолжается до конца июня, затем гусеницы окукливаются в кронах среди хвои, иногда на коре стволов и ветвей. Стадия куколки продолжается до середины июля, иногда до конца месяца [23].

Зимняя пяденица (*Operophthera brumata* L.) распространена почти по всей европейской части России, а также в Крыму, на Кавказе и в Приморском крае. Повреждает древесные и кустарниковые породы, включая лесные и плодовые. Появление взрослых особей фитофага наблюдается после первых осенних заморозков, оптимальная температура для развития бабочек составляет от 5 до 11 °С [61; 69; 91; 132]. Лет бабочек отмечается с конца сентября до конца ноября. При этом вылет самцов происходит на несколько дней раньше [69; 91]. Самки дополнительно не питаются, ротовой аппарат их в значительной мере редуцирован [91]. У самок сильно редуцированы крылья, в силу чего они лишены способности к полету. В октябре-ноябре самки откладывают яйца небольшими кучками по несколько штук, реже по одному на стволах и ветвях деревьев. Самка приклеивает яйца липкой, быстро твердеющей жидкостью [61]. Плодовитость самок не превышает 389 яиц [69]. Отрождение и развитие гусениц вредителя происходит в конце весны – начале лета. Гусеницы питаются хвоей и листьями, малоподвижны, находятся чаще всего с нижней стороны листа или между листьями, скрепляя их паутиной. В течение своей жизни гусеницы линяют четыре раза и проходят пять возрастов, которые можно распознавать по ширине головы. Оптимальные температуры для развития гусениц находятся в пределах 16-20 °С [60]. Во второй половине июня гусеницы спускаются с деревьев на паутинных нитях, углубляются в почву на 5-10 см и окукливаются. Развитие куколок длится от 3 до 4 месяцев и, в целом, пропорционально длительности летнего сезона [50; 61].

Рисунок 27 – Хвое-листогрызущие вредители лиственницы на географических культурах: шелкопряд-монашенка (*Lymantria monacha* L.) (слева); зимняя пяденица (*Operophthera brumata* L.) (справа)

В октябре 2020 года нами проведено выборочное лесопатологическое обследование географических культур, направленное на определение роли стволовых вредителей в формировании отпада лиственницы. Основными объектами наблюдений являлись сильно ослабленные, усыхающие деревья лиственницы и свежий сухостой. Работа проводилась при непосредственном участии научного сотрудника лаборатории защиты леса ВНИИЛМ А.Г. Ракова под научным руководством заведующего лабораторией к.б.н. Ю.И. Гниненко. В процессе осмотра лиственницы в чистых культурах на постоянных пробных площадях (ППП) 8, 15, 22, 24 и 29 под корой сухостойных деревьев обнаружены личинки представителей семейств златок (*Buprestidae*), усачей (*Cerambycidae*) и древогрызов (*Lyctidae*), а также имаго жука-рагия (*Rhagium mordax* De Geer), попытки заселения сильно ослабленных и усыхающих деревьев обнаружены в единичных случаях.

В лиственнично-еловых культурах на ППП 32 зафиксирован свежий сухостой ели в количестве 3-х деревьев I-II классов роста, под корой которых обнаружены многочисленные маточные и личиночные ходы короеда-типографа (*Ips typographus* L.), а также личинки представителей семейства усачей (*Cerambycidae*). Наиболее вероятной причиной усыхания елей является поражение короедом-типографом.

По результатам проведенного обследования установлено, что стволовые вредители не заселяют сильно ослабленные и усыхающие деревья лиственницы и локализуются в основном на свежем сухостое, в соответствии с этим можно прийти к выводу, что стволовые вредители не принимают участия в формировании отпада лиственницы. Численность установленных видов находится в пределах нормы.

Результаты лабораторного анализа собранных образцов корней и хвои в целях определения возбудителей болезней

В июле 2018 года нами совместно со студенами О.В. Теслицкой и А.А. Смыковой во время проведения лесопатологического обследования чистых географических культур лиственницы в 74 квартале Бронницкого участкового лесничества был проведён сбор 12 образцов, наибольшая часть которых представлена фрагментами корневых систем (11 образцов корней и 1 образец хвои). Сбор проводился на свежих ветровальных деревьях, возрастом не более года после выпадения, на ППП 3, 7, 10, 17, 28 и 29.

В июле 2019 года нами произведен сбор и анализ образцов с коры растущих деревьев (ППП 3, 8, 12, 22, 33, 37 и 39), с опавших шишек, семян и с пророщенных в лаборатории сеянцев лиственницы японской (ППП 22). Все деревья на 37 постоянных пробных площадях осматривались на предмет возможного наличия гиф или налета, оценивалась их категория санитарного состояния.

Анализ проб проводился в опытной лаборатории на базе кафедры защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с использованием светового микроскопа ЛОМО Микромед 5 вар. 2М LED под научным руководством профессора А.Н. Смирнова.

В процессе лабораторного анализа собранных образцов в 2018 году были обнаружены гифы микромицетов триматостромы и триходермы. Субстратами для развития грибов являются корни и хвоя лиственницы. Триматострома (*Trimatostroma*) – черный дрожжевой гриб – эндорезофит и эндофит – относится к сапротрофам и развивается на сухостойных деревьях, а также может встречаться на живых тканях сильно ослабленных и усыхающих деревьев. Гриб разрушает целлюлозу, мальтозу, пектин, крахмал и сахарозу [189].

Триходерма (*Trichoderma*) представляет собой почвенный гриб, участвует в процессах разложения и может вызывать вторичное инфицирование тканей древесных растений. Триходерма способна бороться с патогенами, которые заражают не только почву, но также вызывают гниение корневой системы древесных растений.

Анализ образцов 2019 года повторно выявил наличие мицелия триматостромы на коре деревьев около шейки корня на ППП 12, 22, 33 и 37. Наиболее часто в образцах присутствуют такие грибы, как: кладоспориум, альтернария, ауробазидиум, фумаго (сажистый гриб) и фузариум. На коре встречаются также мох плагиотециум и водоросль трантеполия (рисунок 28).

Кладоспориум *(Cladosporium)* представлен плесневыми грибами, которые являются сапрофитами на различных субстратах животного и растительного происхождения. Главным условием выживания плесневого грибка является повышенная влажность, а привычным местом обитания для него – почва. Имеет большое значение в процессе разложения лесной подстилки, способен поражать семена лиственных и хвойных пород, снижая их посевные качества [187]. Гриб встречается во всех собранных образцах на коре, шишках и семенах.

Альтернария (*Alternaria*) – плесневый гриб сапрофит или факультативный паразит. Появляется во влажную и теплую погоду [172]. На лесных древесных породах вызывает черную плесень семян, полегание всходов и сеянцев, синеву заготовленной древесины, в культурах встречается на коре и семенах, полученных из лежащих на земле шишек (ППП 12, 22 и 33).

Ауробазидиум (*Aureobasidium*) – таксономическая группа черных дрожжевых грибов. В данном таксоне объединены виды темнопигментированных микромицетов, в развитии которых наблюдается присутствие одноклеточной стадии развития в виде клеток дрожжеподобного вида. Виды данного рода играют важную роль в биогеоценозах и являются патогенными агентами растений, животных и человека. Микромицеты этого рода обитают на поверхности многих растений, растительных остатков, на гниющей древесине, сухой коре деревьев. Эти грибы часто можно обнаружить на разных поверхностях во влажных условиях. При высыхании дрожжевые клетки *Aureobasidium* поднимаются в воздух, и разносятся ветром на большие расстояния, в культурах встречается на коре деревьев (ППП 3 и 33).

Фумаго или сажистый гриб (*Fumago*) – род плесневых грибов, развивающихся на сладких выделениях тли, щитовок и других вредителей. Споры, находясь в почве, безвредны, но, распространяясь по стволу и листьям, гриб закупоривает устьица и препятствует способности листьев к фотосинтезу, тем самым ослабляя дерево. Особо активен в жаркое время при небольшой влажности, в культурах встречается на коре деревьев около шейки корня и на упавших шишках (ППП 22 и 33).

Фузариум (*Fusarium*) вызывает опасное заболевание плодовых и декоративных культур. Источник заражения – почва, семена, больные растения, зараженные растительные остатки. Редко проявляется у растений с сильным иммунитетом. Распространяется, как правило, на плохо дренируемых почвах с застойным увлажнением, в зонах с плохим освещением, в сильно загущенных культурах. Гриб находится в почве и проникает в растение через почву и ранки. Поражает корни и сосуды, вследствие чего, из-за закупорки просвета

сосудов мицелием и отравляющего воздействия гриба, прекращается нормальное питание растений, и происходит их увядание. У сеянцев поражается в первую очередь корневая шейка, у взрослых растений – корни и сосудистая система. У молодых растений поражение проявляется в виде загнивания корней и корневой шейки. Заболевание распространяется очагами, его развитию способствуют влажность почвы и воздуха, в культурах встречается на коре деревьев и семенах (ППП 3 и 22).

Мхи появляются на ослабленных деревьях в загущенных культурах при слабой освещенности стволов, ветвей кроны и плохой вентиляции, когда создаются условия повышенной влажности. Они закупоривают поры растений и не пропускают солнечные лучи. Плагиотециум мелкопильчатый (*Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) Bruch et al) встречается высоко на стволах деревьев независимо от породы, в хвойных лесах, иногда на почве [54; 55]. Плагиотециум мелкопильчатый в культурах встречается на коре деревьев, в основном, в пределах 30 см от шейки корня или валежнике, реже достигает 2 метров высотой на всех пробных площадях.

Отдельное внимание стоит уделить трантеполии (*Trentepohlia*). Эта водоросль появляется во влажную погоду. Распространение водорослей не ограничено лишь водной средой, они есть и на суше – как компоненты лишайников или как самостоятельные организмы, живущие на камнях, почве и коре. Тяготеет к щелочной среде [67]. В культурах встречается на всех пробных площадях на коре деревьев от шейки корня и выше, имеет в основном бурую окраску, реже салатовую. В древостоях с хорошей освещённостью полога (с изреженными или узкими кронами) присутствует, в среднем, на каждом втором дереве, при этом чем ажурнее крона, тем выше и обильнее распространяется по стволу, независимо от категории санитарного состояния деревьев. Активно поселяется на сухостое с отсутствующей кроной (рисунок 28).

Рисунок 28 – Мох плагиотециум мелкопильчатый (*Plagiothecium denticulatum*(Hedw.) Bruch et al) (слева); водоросль трантеполия (*Trentepohlia*) (справа)

На усыхающих и сухостойных деревьях лиственницы распространены плодовые тела окаймленного трутовика (*Fomitopsis pinicola*). Окаймленный трутовик является сапрофитом, вызывает бурую деструктивную гниль и участвует в разложении древесины. На усыхающих деревьях заселяет комлевую часть ствола. Плодовые тела многолетние, лишены ножки и прирастают к стволу боком. Шляпка имеет округлую или плоскую форму с выраженными концентрическими зонами. Диаметр плодового тела, в среднем, составляет 15 см, высота – до 10 см.

Перечисленные патогены не являются прямой причиной усыхания древьев, их появление обусловлено ослабленным состоянием и загущенностью культур, растущих в переувлажненных местах или уже заселенных насекомыми-вредителями. Результаты обследования подтверждают несоответствие лесорастительных условий опытного участка географических культур оптимальным условиям произрастания лиственницы.

Дендрохронология ослабления и усыхания деревьев лиственницы

В целях ретроспективного исследования влияния климатических аномалий на последующее формирование прироста древесины и состояние растущих деревьев в чистых культурах лиственниц сибиркой, Сукачёва, европейской и японской (Кемпфера), в октябре 2020 года нами проведен сбор кернов с сильно ослабленных и усыхающих деревьев из господствующей части полога (I-III классов роста) на постоянных пробных площадях 2, 8, 12, 17, 20, 22, 24, 26, 33 и 37. Общее количество образцов составляло 26 шт. Деревья лиственниц даурской и Чекановского не отбирались по причине низких темпов роста. Сбор кернов проводился при помощи бурава Haglof 300 на высоте 1,3 м со стороны наилучшего развития каждого дерева, для того чтобы при анализе годичные слои имели максимальную ширину. Впоследствии отобранные керны были просушены, зафиксированы клеем на деревянной основе, зачищены и проанализированы на приборе LINTAB [182].

Применение специализированного оборудования позволило на основе кернов древесины получить ценную информацию об изменчивости общей ширины годичных слоев (ранняя и поздняя древесина) за последние 20 лет роста лиственницы и использовать полученные данные для дендрохронологического анализа влияния климатических аномалий на прирост древесины, диагностики состояния деревьев, установления точного времени начала массового ослабления лиственницы и прогноза изменения состояния деревьев в будущем.

В целях статистической оценки изменчивости ширины годичного слоя в течение класса возраста проведен однофакторный дисперсионный анализ [18]. В качестве факторов приняты календарные годы, в качестве повторностей – модельные деревья, с которых отобраны образцы. По результатам анализа установлено, что расчетное значение *F*-критерия Фишера составляет 17,07, что существенно превышает теоретическое значение на 5 %-м уровне значимости (1,59) при соответствующем числе степеней свободы. Таким образом, ширина годичного слоя имеет статистически достоверное различие в зависимости от календарного года.

Динамика изменения общей ширины годичных слоев древесины лиственницы 48-68 лет по календарным годам представлена на рисунке 29. Существенное снижение годичного радиального прироста отмечено в 2010 и в 2014 годах (в 58 лет и 62 года). Причиной такой реакции стали климатические аномалии – засуха 2010, 2014 годов и обильные осадки сентября 2013 года, зафиксированные метеорологической станцией Коломенского района. Снижение прироста в 2002 году вызвано малым количеством осадков. Аналогичные результаты получил П.Д. Андрианов, изучая в Башкирском Предуралье связь радиального прироста лиственницы Сукачёва с климатом за 1965-1995 годы. Исследователь сделал вывод, что на летние засухи с дефицитом влаги за вегетационный период лиственница реагурует сильным снижением прироста. Менее выраженное снижение прироста наблюдается в суровые зимы с температурой ниже -28 °С и при кратковременных позднелетних засухах [5].

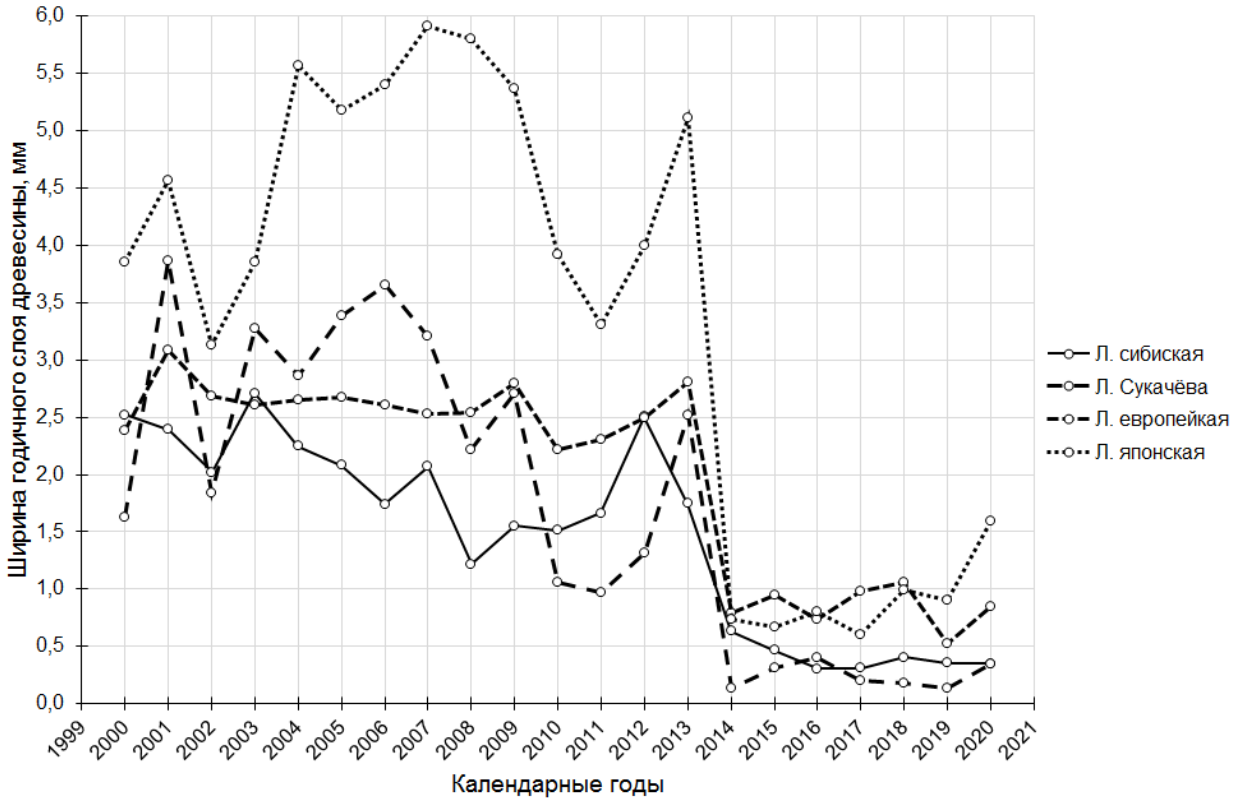


Рисунок 29 – Динамика изменения общей ширины годичных слоев древесины лиственницы 48-68 лет по календарным годам

Наиболее сильное отрицательное влияние на состояние деревьев оказало продолжительное переувлажнение почв, вследствие которого у всех модельных деревьев, независимо от вида лиственницы, наблюдается долговременная тенденция снижения радиального прироста. Начиная с 2014 года, радиальный прирост уменьшился в несколько раз в сравнении с предыдущими годами. Постепенное восстановление прироста отмечено у лиственниц Сукачёва, европейкой и японской (Кемпфера) только к 2020 году. У сибирской лиственницы восстановление прироста не происходит, что связано с биологическими особенностями породы, страдающей в наибольшей степени от продолжительного переувлажнения. По отношению к засухе, напротив, сибирская лиственница проявила устойчивость т.к. в 2010 году снижение годичного радиального прироста не было отмечено.

Вследствие частичного вымокания у анализируемых развитых деревьев наблюдается снижение годичного радиального прироста, при этом переход от ранней древесины к поздней становится более резким. Уменьшение ширины годичного слоя происходит, в основном, за счет сокращения количества клеток, а не их размеров. Ослабление деревьев сопровождается редукцией радиального прироста и увеличением ажурности кроны, вследствие усыхания скелетных ветвей; у отдельных деревьев отмечено отмирание большей части кроны и суховершинность. Приведенные данные подтверждают вывод профессора В.П. Тимофеева, что лиственница из всех неблагоприятных абиотических факторов наихудшим образом выдерживает переувлажнение почв [148].

Вымокание географических культур лиственницы

Основной причиной ослабления и усыхания географических культур лиственницы является вымокание, произошедшее в результате резкого увеличения осадков в сентябре 2013 года на фоне равнинного рельефа, неглубокого залегания грунтовых вод и низкой эффективности устаревшей мелиоративной сети опытного участка. Аномальное количество атмосферных осадков во второй половине вегетационного периода вызвало повышение уровня почвенно-

грунтовых вод, что привело к переувлажнению почв опытного участка, и, в первую очередь, замкнутых пониженых участков микрорельефа.

Вследствие избытка воды в почве произошло нарушение дыхания корней, денитрификация и накопление токсичных восстановительных форм железа и марганца. Лиственница обладает слабой устойчивостью к вымоканию, поэтому переувлажнение пониженных участков микрорельефа за счет стока воды с окружающей водосборной площади, инфильтрации осадков через верхние горизонты почвы и повышения уровня почвенных вод вызывало частичную гибель (усыхание) культур отдельных экотипов лиственницы. При этом реакция деревьев зависела от глубины проникновения корней. Избыточное увлажнение нижних горизонтов почвы вызвало усыхание преимущественно развитых деревьев, имеющих более глубокую корневую систему (I-III классов роста).

Вымоканию географических культур лиственницы частично способствовало сокращение интенсивности транспирации и десукции. Как известно, десукционный расход влаги зависит от биологической продуктивности растений, продолжительности вегетационного периода, мощности корневых систем, климатических условий и других факторов. По данным профессора В.П. Тимофеева, лиственница в сравнении с другими хвойными породами обладает максимальной десукционной способностью, однако необходимо отметить, на величину десукции влияет также возраст, строение и полнота древостоев. Максимальная десукция совпадает с возрастом количественной спелости древостоев – в нашем случае в 40-60 лет. На момент вымокания географические культуры уже перешагнули этот возраст, что указывает на постепенное сокращение ростовых процессов и, как следствие, уменьшение десукции. Вследствие перегущенности, наличия большого количества угнетенных деревьев (IV-V классов роста) и постепенного возрастного самоизреживания, десукционный расход географических культур также снижается. Густой травяной покров и развитый подлесок препятствуют испарению лишней влаги с поверхности почвы. Близкое залегание грунтовых вод и оглеение почв оказывают негативное влияние на рост культур лиственницы. Принципиальных

различий в механическом составе и степени оглеения почв на участках вымокания и в здоровых культурах не выявлено, однако в пониженных участках микрорельефа почвы имеют в большей степени призматическую структуру и характеризуются способностью аккумулировать атмосферные осадки. Таким образом, продолжительное переувлажнение почв является основным лимитирующим фактором.

Вымокание лиственницы могло иметь антропогенное происхождение. С 2012 по 2014 год на расстоянии 1,3 км от географических культур велось строительство участка Новорязанского шоссе. При прокладке дороги могло произойти нарушение гидрологического режима близлежащих земель, повлекшее ослабление и усыхание лиственницы, однако для подтверждения или опровержения данной гипотезы требуются дополнительные исследования. По предварительным наблюдениям санитарное состояние культур не связано с удаленностью от автомобильной дороги.

Вымокание и отпад лиственницы могут вызвать последующее заболачивание замкнутых понижений опытного участка вследствие снижения густоты и полноты культур, сокращения десукции, транспирации и накопления влаги. Проведенное геоботаническое описание растительности, при консультации к.б.н. М.И. Попченко, показало, что на месте выпавших культур (на «вымочках») изменяется видовой состав травянистого покрова. Половина представителей принадлежит к сырым лесам, реже встречаются растения, относящиеся к болотному разнотравью. В случае если в последующие годы будут обильные выпадения атмосферных осадков, не исключается повторное вымокание географических культур лиственницы, сопровождающееся расширением площади сформировавшихся «вымочек».

Основные результаты и выводы

Участки патологического отпада затрагивают разные виды и экотипы лиственницы, что свидетельствует об отсутствии видимой взаимосвязи между характером вымокания и географическим происхождением семян.

Средняя категория состояния деревьев по каждому виду лиственницы на момент обследования составляла по числу деревьев от 2,8 до 3,4; по запасу – от 1,8 до 2,6, что является следствием наличия большого количества сухостойных деревьев на каждой пробной площади. Занижение средней категории состояния по числу деревьев по отношению к аналогичному показателю по запасу объясняется преобладанием тонкомерного сухостоя, накапливающегося и остающегося на корню на всех пробных площадях в течение десятков лет.

У наиболее устойчивых экотипов отмечены единичные сухостойные деревья или небольшие группы патологического отпада, у менее устойчивых экотипов наблюдаются большие группы сухостойных деревьев разных классов роста.

В 2018 году в культурах всех экотипов присутствовало минимальное количество сильно ослабленных и усыхающих деревьев, свежий сухостой представлен единичными деревьями и составлял не более 1,4 % от общего количества учтенных деревьев на пробных площадях. Основную долю составляли здоровые, ослабленные деревья и старый сухостой.

На нескольких пробных площадях отмечался патологический характер текущего отпада, составлявшего более 3 % от общего запаса древостоя. По величине текущего отпада определена степень нарушения биологической устойчивости географических культур. Ряд экотипов лиственницы сибирской, единичные экземпляры лиственниц Сукачёва, даурской и Чекановского имели слабую и среднюю нарушенность, что свидетельствует о частичной потере биологической устойчивости лесных культур.

В 2019 году отмечено несущественное ухудшение санитарного состояния древостоев, что связно с постепенным накоплением старого сухостоя и увеличением доли ослабленных деревьев.

В процессе обследования географических культур повреждения хвоегрызущими вредителями не были установлены, стволовые вредители, как правило, не заселяют сильно ослабленные и усыхающие деревья лиственницы, локализуются, в основном на свежем сухостое и не принимают участия в

формировании отпада лиственницы. Численность установленных видов находится в пределах нормы.

Выявленные патогены не являются прямой причиной усыхания деревьев, их появление обусловлено ослабленным состоянием и загущенностью культур.

Существенное снижение годичного радиального прироста отмечено в 2010 и в 2014 годах (в 58 лет и 62 года). Причиной стресса стали климатические аномалии – засуха 2010 года и обильные осадки сентября 2013 года. Наиболее сильное отрицательное влияние на состояние деревьев оказало продолжительное переувлажнение почв, вследствие которого у всех модельных деревьев наблюдается долговременная тенденция снижения радиального прироста. Начиная с 2014 года радиальный прирост уменьшился в несколько раз в сравнении с предыдущими годами. Постепенное восстановление прироста отмечено у лиственниц Сукачёва, европейкой и японской (Кемпфера) только к 2020 году. У сибирской лиственницы восстановление прироста не происходит, что связано с биологическими особенностями породы, страдающей в наибольшей степени от переувлажнения почв. По отношению к засухе, напротив, сибирская лиственница проявила устойчивость т.к. в 2010 году снижение годичного радиального прироста не было отмечено.

Основной причиной ослабления и усыхания географических культур является вымокание лиственницы в результате резкого увеличения осадков в сентябре 2013 года на фоне равнинного рельефа, неглубокого залегания грунтовых вод и низкой эффективности устаревшей мелиоративной сети опытного участка. Переувлажнение почв пониженных участков микрорельефа за счет стока воды с окружающей водосборной площади, инфильтрации осадков через верхние горизонты почвы и повышения уровня почвенных вод вызывало частичную гибель (усыхание) культур отдельных экотипов лиственницы. Избыточное увлажнение нижних горизонтов почвы вызвало усыхание преимущественно развитых деревьев, имеющих более глубокую корневую систему (I-III классов роста).

ПОЧВЕННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Почвенное обследование опытного участка чистых географических культур проведено в июне-июле 2019 года в целях выявления причин патологического отпада лиственницы. Перед началом полевых работ из 37 географических разновидностей лиственницы отобран ряд экотипов, относящихся к наиболее перспективным видам (лиственницы сибирская, Сукачёва, европейская и японская), характеризующихся наилучшим и наихудшим санитарном состоянием культур по данным лесопатологического обследования 2018 года.

В отобранных древостоях заложены 19 почвенных разрезов глубиной от 1,1 до 2,1 м, из них 9 – в культурах без патологического отпада на ППП 3, 10, 12, 15, 16, 31, 33, 37 и 39 (5 в опушечной и 4 в центральной части культур) и 10 – в древостоях с патологическим отпадом на ППП 4, 7, 11, 17, 19, 22, 24, 29, 34 и 36 (5 в опушечной и 5 в центральной части культур) (рисунок 30).

В экотипах лиственницы сибирской заложено 9 разрезов, в том числе 4 разреза – в участках патологического отпада, в культурах лиственницы Сукачёва заложено 5 разрезов, в т. ч. 3 разреза – в участках патологического отпада, в экотипах лиственницы европейской заложено 4 разреза, в т. ч. 2 разреза – в участках патологического отпада, в культурах лиственницы японской (Кемпфера) заложен 1 разрез в участке патологического отпада. В полевой работе принимали непосредственное участие студенты Е.А. Царева, Н.Н. Кузьмин, Е.А. Рожков и А.О. Мусаев. Камеральная обработка проведена Е.А. Царевой.

Закладка и морфологическое описание разрезов проводились по методике почвенного института АН СССР [116]. Для диагностики почв применялись доработанная на кафедре почвоведения, геологии и ландшафтоведения профессором В.Д. Наумовым классификация и диагностика почв России, 2004 г., и краткая классификация почв лесолуговой (дерново-подзолистой) зоны СССР, используемая в диссертации В.В. Надеждина [24; 93; 97]. По результатам обследования составлена характеристика почв (таблица 13).

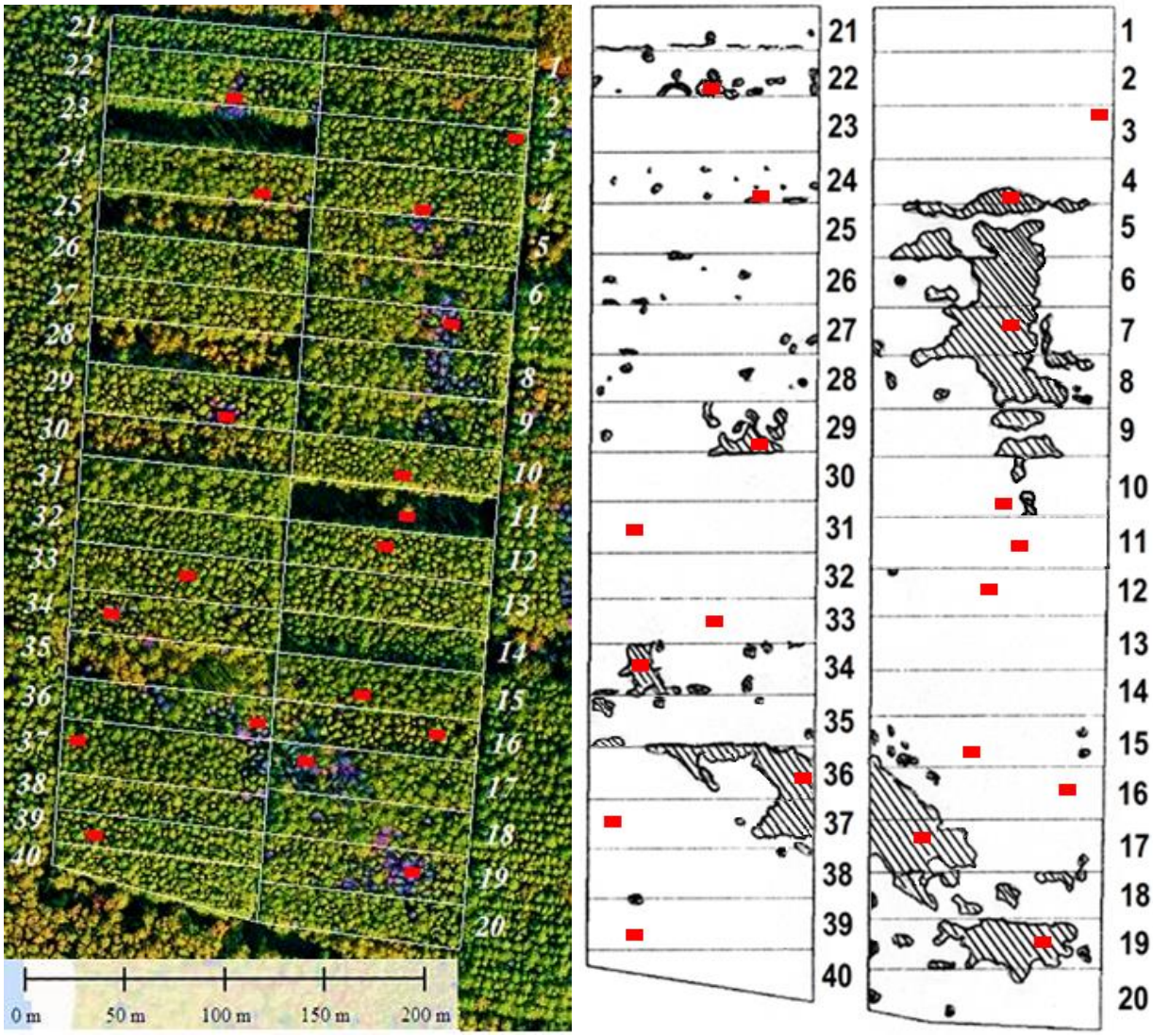


Рисунок 30 – Схема расположения почвенных разрезов

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми почвами, которые по мощности гумусового горизонта представлены: крайне мелкими (разрезы 12, 16, 17 и 19), мелкими (разрезы 1-5, 7, 9, 11, 14 и 15), средне мелкими (разрезы 6, 8, 10 и 13) и маломощными (разрез 18). По степени и месту проявления подзолистого процесса выделены: средне-неглубокоподзолистые (разрез 5), средне-глубокоподзолистые (разрез 3), сильно-глубокоподзолистые (разрезы 1, 2, 4, 7-9, 12, 15-19) и сильно-сверхглубокоподзолистые почвы (разрезы 6, 10, 11, 13, 14 и 18).

По глубине оглеения выделены: поверхностно-глееватые (разрез 8), профильно-глееватые (разрезы 2-7, 9, 12-14, 16 и 17) и глубоко-глееватые почвы (разрезы 1, 10, 15 и 19). В разрезах 11 и 18 почвы не имеют признаков оглеения.

Таблица 13 – Характеристика почвенных профилей

№ ПШП/№ разреза	Название почвы по классификации 2004 года	Формула почвы по классификации 2004 года
39/19	Дерново-подзолистая крайне мелкая сильно-глубокоподзолистая глубоко-глееватая легкосуглинистая на моренном легком суглинке	**$П^{дГл1}_{1-3/4}$ лс Млс**
37/18	Дерново-подзолистая маломощная сильно-сверхглубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном легком суглинке	**$П^{д}_{4-3/5}$ лс Млс**
36/17	Дерново-подзолистая крайне мелкая сильно-глупокоподзолистая профильно-глееватая среднесуглинистая на моренном легком суглинке	**$П^{дГл3}_{1-3/4}$ сс Млс**
34/16	Дерново-подзолистая крайне мелкая сильно-глупокоподзолистая профильно-глееватая среднесуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{дГл3}_{1-3/4}$ сс Мсс**
33/15	Дерново-подзолистая мелкая сильно-глубокоподзолистая глубоко-глееватая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{дГл1}_{1-3/4}$ лс Мсс**
31/14	Дерново-подзолистая мелкая сильно-сверхглубокоподзолистая профильно-глееватая легкосуглинистая на моренном легком суглинке	**$П^{дГл3}_{2-3/5}$ лс Млс**
29/13	Дерново-подзолистая средне мелкая сильно-сверхглубокоподзолистая профильно-глееватая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{дГл3}_{3-3/5}$ лс Мсс**
24/12	Дерново-подзолистая крайне мелкая сильно-глупокоподзолистая профильно-глееватая легкосуглинистая на моренном легком суглинке	**$П^{дГл3}_{1-3/4}$ лс Млс**
22/11	Дерново-подзолистая мелкая сильно-сверхглубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{д}_{2-3/5}$ лс Мсс**
19/10	Дерново-подзолистая средне мелкая сильно-сверхглубокоподзолистая глубоко-глееватая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{дГл1}_{3-3/5}$ лс Мсс**
17/9	Дерново-подзолистая мелкая сильно-глубокоподзолистая профильно-глееватая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{дГл3}_{2-3/4}$ лс Мсс**
16/8	Дерново-подзолистая средне мелкая сильно-глубокоподзолистая поверхностно-глееватая среднесуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{дГл2}_{3-3/4}$ сс Мсс**
15/7	Дерново-подзолистая мелкая сильно-глубокоподзолистая профильно-глееватая легкосуглинистая на моренном легком суглинке	**$П^{дГл3}_{2-3/4}$ лс Млс**
12/6	Дерново-подзолистая средне мелкая сильно-сверхглубокоподзолистая профильно-глееватая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{дГл3}_{3-3/5}$ лс Мсс**
11/5	Дерново-подзолистая мелкая средне-неглубокоподзолистая профильно-глееватая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{дГл3}_{2-2/3}$ лс Мсс**
10/4	Дерново-подзолистая мелкая сильно-глубокоподзолистая профильно-глееватая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке	**$П^{дГл3}_{2-3/4}$ лс Мсс**
7/3	Дерново-подзолистая мелкая средне-глубокоподзолистая профильно-глееватая среднесуглинистая на моренном тяжелом суглинке	**$П^{дГл3}_{2-2/4}$ сс Мтс**
4/2	Дерново-подзолистая мелкая сильно-глубокоподзолистая профильно-глееватая среднесуглинистая на моренном тяжелом суглинке	**$П^{дГл3}_{2-3/4}$ сс Мтс**
3/1	Дерново-подзолистая мелкая сильно-глубокоподзолистая глубоко-глееватая среднесуглинистая на моренном тяжелом суглинке	**$П^{дГл1}_{2-3/4}$ сс Мтс**

№ ПШП/№ разреза	3/1	4/2	7/3	10/4	11/5	12/6	15/7	16/8	17/9	19/10	22/11	24/12	29/13	31/14	33/15	34/16	36/17	37/18	39/19
Название почвы по классификации И.П. Гречина	Глеево-дерново-подзолистая слабодерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая слабодерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая среднедерновая сильноподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая слабодерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая слабодерновая сильноподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая среднедерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая среднедерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая среднедерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая среднедерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая среднедерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Дерново-подзолистая слабодерновая глубокоподзолистая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая слабодерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая среднедерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая среднедерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая среднедерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая слабодерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая слабодерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене	Дерново-подзолистая глубокодерновая глубокоподзолистая суглинистая на морене	Глеево-дерново-подзолистая слабодерновая глубокоподзолистая глееватая суглинистая на морене
Общая глубина разреза, см	200	140	110	120	130	200	205	150	150	170	150	200	200	155	180	150	150	155	200
Глубина залегания грунтовых вод, см	-	-	105	119	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Глубина залегания накопленных дождевых осадков, см (14.08.2019)	160	130	100	115	115	-	-	-	128	-	118	175	190	-	-	135	135	-	198
Максимальная глубина залегания корней, см	20-44	34-71	35-58	61-93	59-91	94-120	45-84	76-103	45-94	17-63	76-106	11-36	27-60	106-123	97-145	138-150	15-33	117-155	96-127
Мощность глеевого горизонта, см	132	124	89	84	116	175	181	53	131	112	-	164	173	103	141	140	135	-	158
Генетические горизонты с признаками оглеения	A_2; B; C	A_2; A_2B; B; C	A_2; A_2B; B; C	A_2B; B; C	A_2; A_2B; B; C	A_2; A_2B; B; C	A_2; B; C	A_2; B	A_2; A_2B; B; C	B; C	-	A_2B; B; C	A_2; A_2B; B; C	A_2; A_2B; B	A_2; A_2B; B; C	A_2; A_2B B; C	A_2; B;C	-	A_2B; B; C

Гранулометрический состав почв и почвообразующих пород разнообразен. Наиболее распространены почвы легкосуглинистого механического состава (разрезы 4-7, 9-15, 18 и 19) подстилаемые моренным легким (разрезы 7, 12, 14, 18 и 19) и средним суглинком (разрезы 4-6, 9-11, 13 и 15). Среднесуглинистые почвы встречаются реже (разрезы 1-3, 8, 16 и 17) и формируются на моренных отложениях легкосуглинистого (разрез 17), среднесуглинистого (разрезы 8 и 16) и тяжелосуглинистого механического состава (разрезы 1-3).

Корни растений улучшают свойства почвы. Распространяясь в горизонтальном и вертикальном направлениях, они рыхлят почву, увеличивают ее скважность и определяют структуру. После отмирания корней на их месте образуются пустоты, улучшающие водообмен и аэрацию почвы.

Корневая система лиственницы в оптимальных условиях мощная, разветвленная, без резко выраженного стержневого корня с боковыми корнями. По материалам В.П. Тимофеева, на Лесной опытной даче РГАУ- МСХА имени К.А. Тимирязева корни лиственницы в основной массе развиваются на глубине до 80 см [148].

Изучаемые географические культуры Бронницкого лесничества созданы перегущенными, по данной причине после смыкания культур корневая система деревьев развивалась в тесноте без возможности полноценного роста боковых корней. В горизонтальном направлении корни в среднем распространяются на площади 2,5×0,5 м в центральных рядах и 3,75×0,5 м в опушечных рядах. При переувлажнении корневая система переходит в поверхностную. Диапазон глубины распространения корней по нашим данным составляет от 0,11 до 1,55 м. Распространение корней в глубину хоть и в большей степени соответствует норме (0,5-1,5 м), однако на постоянных пробных площадях 3, 24 и 36 максимальная глубина залегания корней в зоне заложенных почвенных разрезов ограничивается 0,33-0,44 м.

Если сравнивать друг с другом изучаемые поля № 5 и 6 опытного участка, на которых произрастают чистые культуры, то можно заметить, что на поле № 5 расположено меньше крупных участков патологического отпада

чем на поле № 6, подобное явление объясняется меньшим количеством пониженных местоположений на поле № 5.

Различия в почвенных условиях полей № 5 и 6 отмечаются при рассмотрении физических характеристик почв: структуры, плотности и пористости. По мере приближения к материнской породе почвы приобретают более плотную, слитую структуру и меньшую пористость. Для гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв обычно характерен кубовидный тип структуры, который на изучаемой территории представлен комковато-порошистой структурой; для элювиальных – плитовидный тип структуры (пластинчатая); для иллювиальных – призмовидный тип (призматическая).

На поле № 5 структура с комковато-порошистой сменяется в иллювиальном горизонте на пластинчатую и остается неизменной у материнской породы. Пористые почвы в гумусовом горизонте полностью сменяются на мелкопористые в иллювиальном горизонте. На поле № 6 в пониженных местоположениях почвы имеют призматическую структуру начиная с элювиального и переходного горизонтов, что способствует задерживанию поверхностных вод в верхних горизонтах.

Близкое залегание грунтовых вод и как следствие этого – оглеение оказывают негативное влияние на рост культур лиственницы, которое усиливается спецификой почвообразующих пород, представленных моренными суглинками разного механического состава, способствующих задерживанию почвами влаги, однако выраженной взаимосвязи указанных характеристик с санитарным состоянием древостоев не выявлено, так как перечисленные характеристики встречаются на участках с патологическим отпадом и без него.

Для выявления изменений, произошедших в почвенном покрове опытного участка географических культур за 57 лет, применялась классификация почв И.П. Гречина, согласно которой исследуемая территория представлена дерново-подзолистыми почвами двух подтипов: дерново-подзолистыми (2 разреза) и наиболее распространенными на опытном участке глеево-дерново-подзолистыми почвами (17 разрезов).

Среди почв первого типа дерновый процесс слабый в разрезе 11 и глубокий в разрезе 18. По степени развития подзолистого горизонта почвы данных разрезов относятся к глубокоподзолистым. Почвы второго подтипа характеризуются слабым и средним дерновым процессом. Почвы со слабым дерновым процессом отмечены в 8 разрезах (1, 2, 4, 5, 12, 16, 17 и 19), со средним – в 9 разрезах (3, 6-10, 13-15). По интенсивности развития подзолистого процесса глеево-дерново-подзолистые почвы отнесены к сильному (разрезы 3 и 5) и глубокому (разрезы 1, 2, 4, 6-10, 12-17 и 19). Почвы, в которых выявлено оглеение, относятся к подвиду глееватые, так как оглеение генетических горизонтов представлено отдельными пятнами, а не целым горизонтом.

За 57 лет в почвенном покрове изучаемой территории произошли некоторые изменения. Растительность оказывает существенное влияние на почву, если в почвах под сельскохозяйственными культурами увеличивается мощность дернового горизонта, то под древостоями начинает развиваться подзолистый горизонт. По прошествии половины века почвы под географическими культурами перешли из дерновых в дерново-подзолистые с глубоким подзолистым горизонтом, как и аналогичные почвы, где ранее был слабо- и сильно развитый подзолистый горизонт.

Уровень залегания грунтовых вод составляет от 105 и ниже 200 см, за 57 лет не претерпел существенных изменений, однако вследствие длительного контакта почвы с водой оглеение начинается с элювиального горизонта.

С момента предыдущего обследования почвы под культурами не изменились за исключением более развитого подзолистого процесса. На изучаемой территории преобладают дерново-подзолистые почвы мелкие по проявлению дернового процесса, сильно-глубокоподзолистые по мощности и интенсивности проявления подзолистого процесса, профильно-глееватые, легкосуглинистые на моренном среднем суглинке. Лесорастительные условия представлены свежей суборью (B_2).

В культурах с наличием патологического отпада встречаются почвы разного механического состава и степени оглеения, аналогичные характеристики

почв наблюдаются и в культурах без наличия патологического отпада. Таким образом, прямой взаимосвязи между санитарным состоянием древостоев и вышеописанными характеристиками почв, на которых они произрастают не наблюдается.

В пониженных местоположениях выявлены участки патологического отпада лиственницы, в свою очередь почвы данных территорий имеют в большей степени призматическую структуру и характеризуются способностью аккумулировать атмосферные осадки. Призматическая структура почвы в совокупности с уплотненным и плотным сложением, а также мелкопористой текстурой почвы ухудшает водо- и воздухообмен, плотная структура затрудняет распространение всасывающих корней.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РОСТА

Для оценки влияния климатических факторов на рост и состояние географических культур нами проведен анализ климатических показателей в течение последних 20 лет роста лиственницы. Описание климатических показателей проводилось по наблюдениям метеорологический станции Коломенского района, снежного покрова – по данным метеорологический обсерватории им. В.А. Михельсона в РГАУ-МСХА.

Самыми теплыми месяцами в период с 2000 по 2020 год были июнь и июль, а холодными – январь и февраль. Среднегодовая температура в Московской области за период с 2000 по 2019 год находилась в диапазоне от 5,1 до 7,3 °С. Средняя температура воздуха самого теплого месяца 2019 года – июня составляла 19,5 °С, июля 2020 года – 19,4 °С. В течение 20 лет среднемесячная температура в июле изменялась от 16,9 до 25,4 °С. Средняя температура воздуха самого холодного месяца 2019 года – января равнялась -8,4 °С, в 2020 году наиболее низкая среднемесячная температура отмечена в феврале – -1,1 °С. За 20-летний период средняя температура января изменялась от -0,2 до -17 °С.

Амплитуда среднемесячной температуры за вегетационный период составляла 14,6-19 °С. Теплый период длился в среднем 206-216 дней. Самые высокие средние температуры за вегетационный период (с мая по сентябрь) отмечены в 2010 году – 19 °С. За весь период роста культур 2010 год был самый жаркий (рисунок 31). Температура воздуха в июле 2010 года составляла рекордные 25,4 °С, в последующие годы отметка средней температуры июля не доходила до 23 °С.

Сильные колебания средних температур не значительно влияют на устойчивость молодняков, но с приближением к возрасту спелости древостои, особенно интродуценты, подвержены резкому и частому изменению климатических условий. Аномалии 2010 года, характеризующиеся очень высокой температурой вегетационного периода и низкой влажностью, стали причиной стресса, что повлекло заметное снижение радиального прироста культур в этот

и последующие годы. Вследствие сильного испарения влаги деревья, адаптировавшиеся к росту во влажных условиях, испытывали недостаток воды, резкое изменение привычных условий произрастания привело к их ослаблению и единичному усыханию.

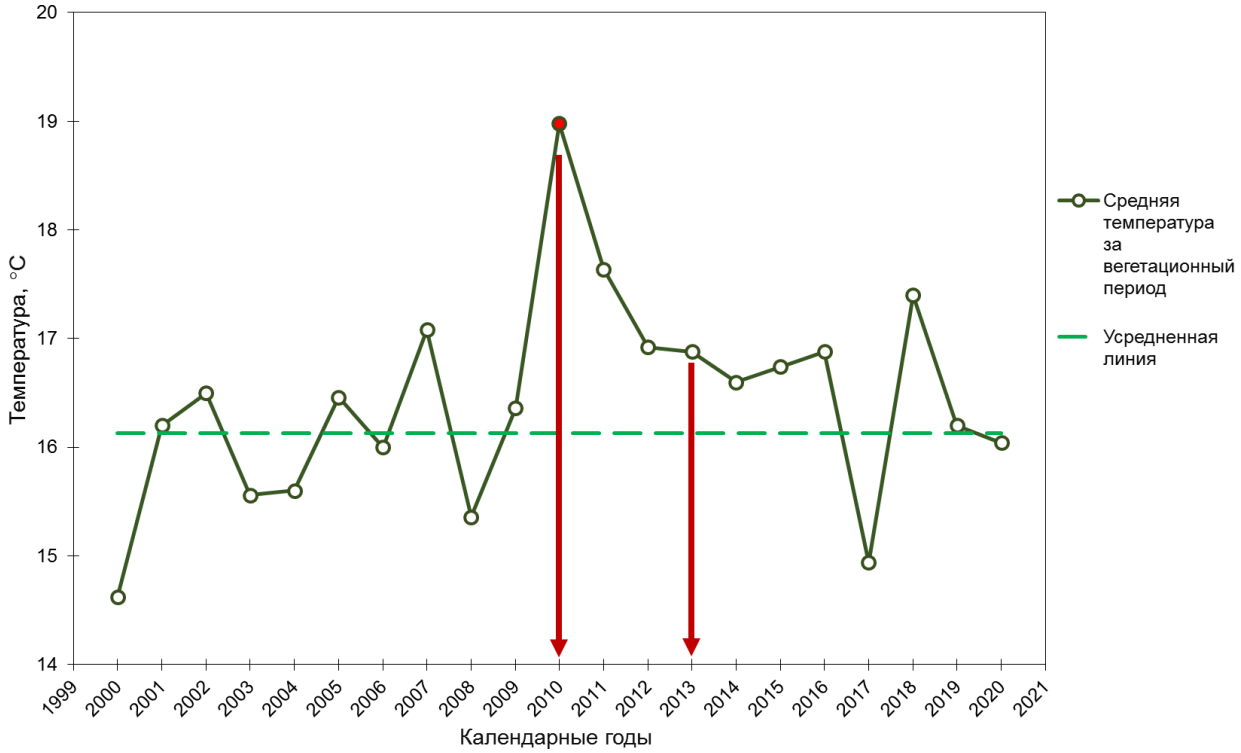


Рисунок 31 – Средняя температура за вегетационный период (2000-2020 гг.)

Московская область относится к зоне достаточного увлажнения. Осадки чаще выпадают летом и осенью. Наибольшее количество (60-70 %) осадков приходится на дожди. Годовая сумма осадков за последние 19 лет изменялась в диапазоне от 395,8 до 840,2 мм.

В 2012 и 2013 годах выпало наибольшее количество осадков за весь учетный период – 840,2 и 828,3 мм соответственно. В 2019 году годовая сумма осадков составляла 508,4 мм (рисунок 32).

Сумма осадков за вегетационный период изменялась от 209,1 до 521,6 мм. Наибольшее количество осадков наблюдалось в 2013 году – 521,6 мм, а наименьшее количество осадков выпало в 2014 году – 209,1 мм, чуть больше выпало в 2010 и 2002 годах – 221 и 232,5 мм соответственно. Малое количество осадков усиливает негативное влияние высоких температур.

Любые несоответствия климатических условий оптимуму для экотипов лиственницы, выраженные чрезмерно высокими или низкими температурами и недостатком влаги, являются причиной снижения радиального прироста деревьев, но избыток влаги оказывает большее влияние на лиственницу, вызывая переувлажнение почв и вымокание корней. Максимальное количество осадков в течение вегетационного периода 2013 года в сравнении с другими годами объясняется наличием двух крайне увлажненных месяцев. В июле и сентябре выпало 128 и 195,4 мм осадков соответственно. При невысокой среднемесячной температуре сентября (10,4 °С) влага испарялась медленно. Большое количество осадков имело накопительный эффект, который вызвал вымокание и последующее частичное усыхание культур.

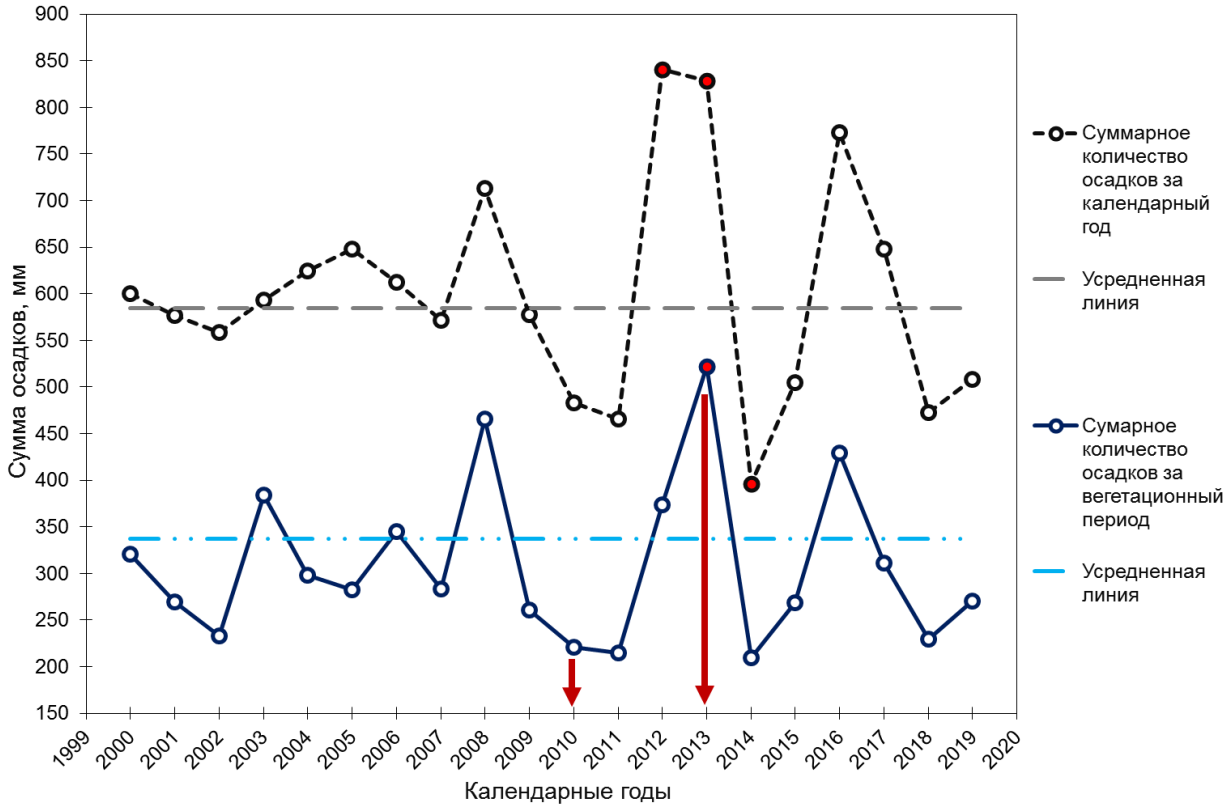


Рисунок 32 – Суммарное количество осадков за вегетационный период и календарный год (2000-2019 гг.)

Постоянный снежный покров за последние 8 лет устанавливался не равномерно, обычно в третьей декаде ноября, исключение составили 2016 и

2017 годы, когда снег лежал с третьей декады октября и держался в среднем 5 месяцев.

Вышеперечисленные климатические условия больше подходят для лиственниц европейской, Сукачёва и японской (Кемпфера), однако последняя плохо переносит засуху, а сибирская лиственница наоборот, не переносит чрезмерное увлажнение. Лиственница Чекановского, как и сибирская, неустойчива к переувлажнению почв. Лиственница даурская мирится с увлажнением, но страдает от зимних оттепелей.

В целом, климатические условия благоприятны для роста лиственницы, однако наблюдается ряд аномалий, оказывающих отрицательное влияние. Лиственница требовательна к сухости воздуха, большому количеству тепла в течение вегетационного периода, к достаточному количеству воды в почве (но не застою) и низким температурам в зимний период. При большой влажности и пониженных температурах воздуха в период вегетации и при плохом проветривании у лиственницы замедляется транспирация, нарушается интенсивность дыхания и ассимиляции; она медленно растет, образует искривленные побеги, болеет, покрывается лишайниками, дает большой отпад [148]. Неблагоприятные климатические условия вызывают сокращение интенсивности и продолжительности роста деревьев в течение вегетационного периода. Правильный подбор почв и рельефа местности сглаживает негативные проявления климата, поэтому при закладке лесных культур лиственницы в первую очередь необходимо учитывать почвенные условия мест произрастания.

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

Дистанционное зондирование опытных культур проведено в 2019 году с использованием беспилотного воздушного судна коптерного типа DJI Mavic 2 PRO. Полученные материалы позволяют визуализировать снижение количественных показателей древостоев в связи с развитием патологического отпада после климатических аномалий 2010 и 2013 годов. Вследствие усыхания групп деревьев разных классов роста, находящихся в пониженных местоположениях, произошло снижение густоты, полноты и запаса культур лиственницы. В качестве примера приведен экотип лиственницы Сукачёва из Кирово-Чепецкого района Кировской области на ППП 29 (рисунок 33).

В этих культурах произошло усыхание сравнительно небольшой группы деревьев, поэтому отмечено незначительное снижение таксационных показателей: числа деревьев – на 100 шт./га (9,1 %), абсолютной полноты – на 2,5 м^2/га (4,2 %), запаса – на 19,5 м^3/га (2,6 %). Снижение перечисленных показателей наблюдается во всех древостоях, в которых в период с 2012 по 2015 год образовались участки патологического отпада, при этом количество и степень развития выпавших деревьев определяют масштабы снижения суммы площадей сечений и запаса культур.

В ходе обработки материалов дистанционного зондирования земли на снимках культур каждого экотипа проложены П-образные ходовые линии, по которым получен полигон высот деревьев, отображающий высоты растущих деревьев и сухостоя, находящихся на ходовой линии. В качестве примера приведены два экотипа лиственницы сибирской из Раменского городского округа Московской области (ППП 7) и Тогучинского района Новосибирской области (ППП 27). Сухостойные деревья, прекратившие рост в период с 2012 по 2015 год, имеют на полигоне низкие высоты в сравнении с растущими, при этом максимальная высота сухостоя на ППП 7 в 2019 году составляла 25 м, а растущих деревьев – 29 м. На ППП 27 отмечены единичные сухостойные деревья, не попавшие на ходовую линию, по этой причине разброс высот деревьев на данной пробной площади менее выражен в сравнении с ППП 7

(рисунок 34). Аналогичная картина наблюдается в культурах остальных экотипов, в которых сформировались участки патологического отпада.

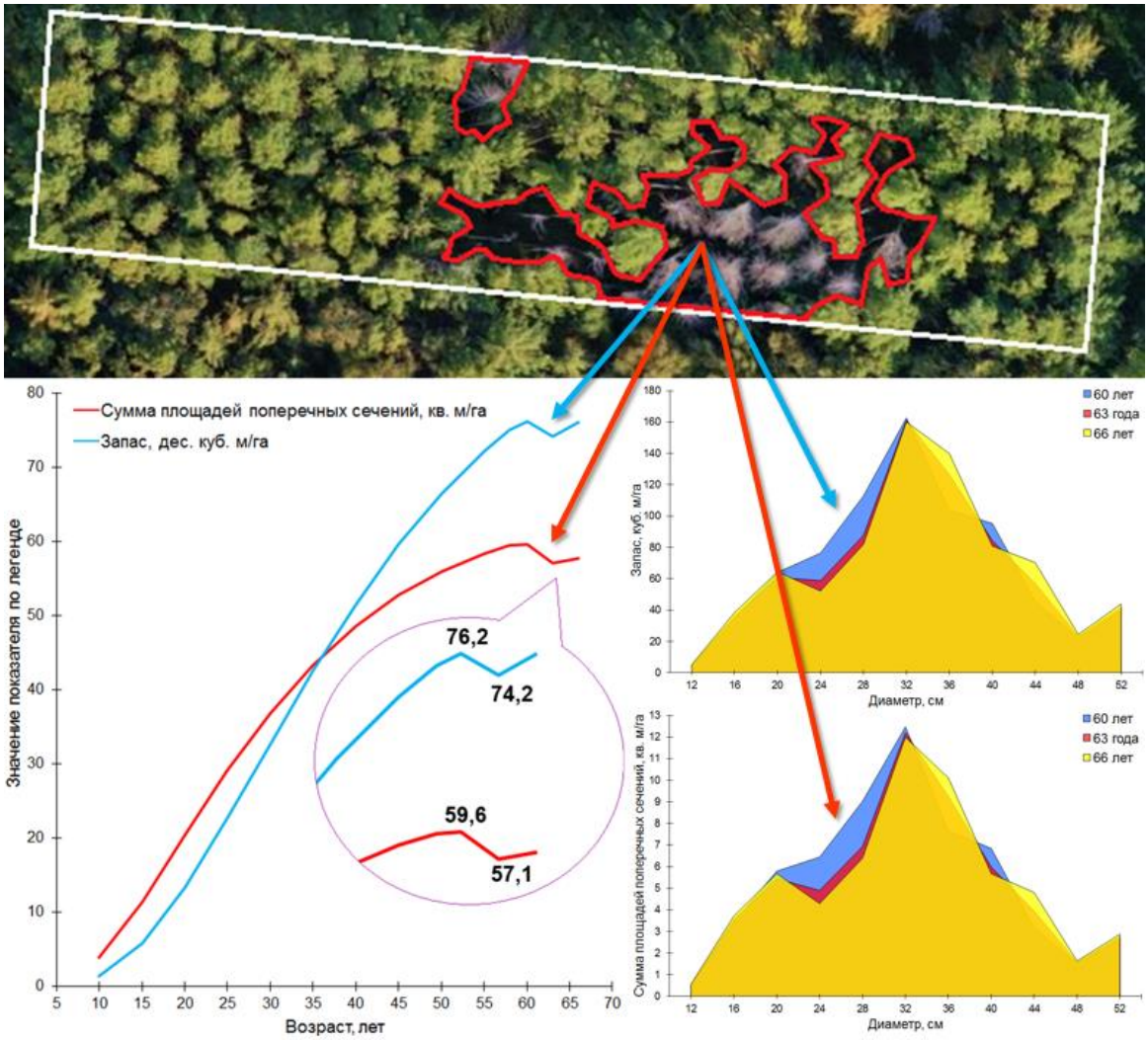


Рисунок 33 – Снижение суммы площадей сечений и запаса культур лиственницы Сукачёва вследствие развития патологического отпада

По результатам дистанционного зондирования географических культур получены следующие снимки: ортофотоплан культур с выявленными участками патологического отпада (рисунок 21) и снимок высот чистых культур лиственницы (рисунок 35). Цветовая шкала указывает на смену высот деревьев. Чем интенсивнее красный цвет, тем выше деревья. Бирюзовым выделены участки без древостоя или с отдельными выпадами групп деревьев (поляны).

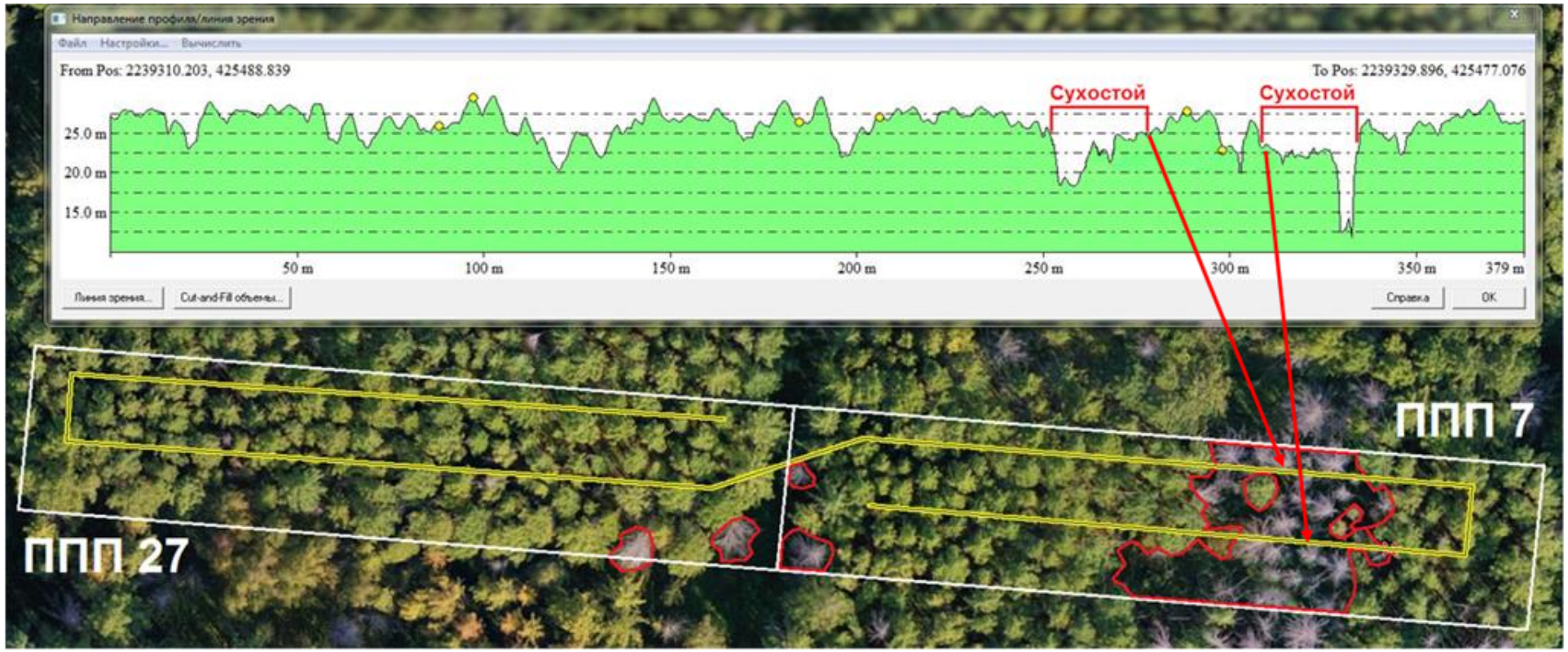


Рисунок 34 – Вертикальная структура усыхания лиственницы сибирской на ППП 7 и 27
(семена из Раменского городского округа Московской области и Тогучинского района Новосибирской области)

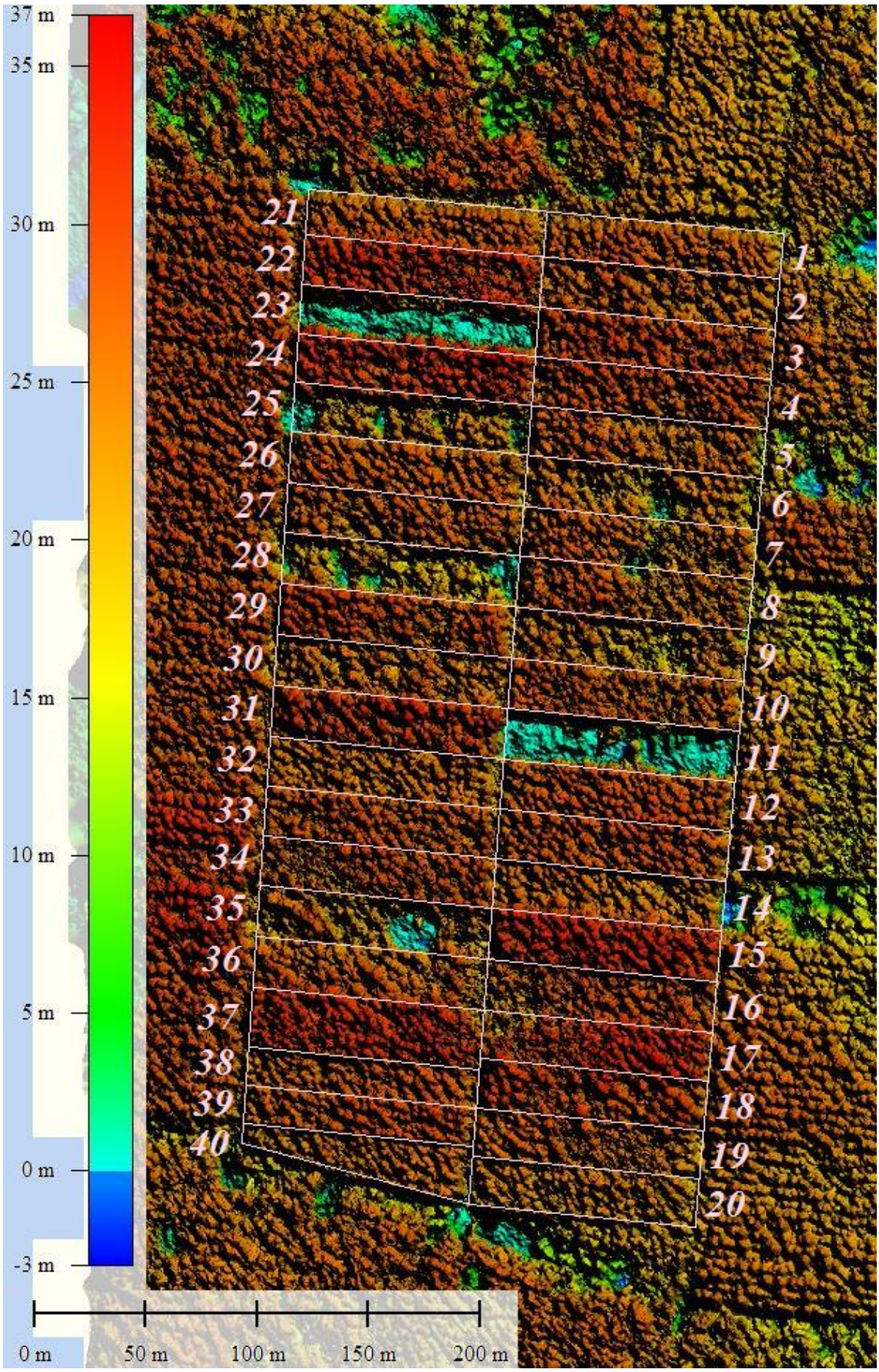


Рисунок 35 – Схема высот экотипов лиственницы в культурах 1954-1955 годов по данным 2019 года

СТРУКТУРА ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ОТПАДА

Патологический отпад в географических культурах представлен деревьями разных классов роста, усохших после климатических аномалий 2010 и 2013 годов. В процессе лесопатологичсеского обследования чистых культур к патологическому отпаду, в первую очередь, отнесены сухостойные деревья, имеющие диаметр, близкий к среднему или превышающий его.

В результате группового усыхания развитых деревьев (I-III классов роста), в том числе совместно с угнетенными и отставшими в росте (VI-V классов роста), происходило формирование участков патологического отпада, зафиксированных в 2019 году в процессе дистанционного зондирования географических культур (рисунок 21). Помимо усыхания развитых деревьев, на нескольких пробных площадях отмечено превышение нормы естественного отпада угнетенных деревьев, что указывает на присутствие негативного воздействия факторов окружающей среды и патологический характер отпада определенного количества тонкомера. Интенсивное рассредоточенное усыхание деревьев IV-V классов роста, находящихся в подчиненной части полога, не устанавливается дистанционными методами т.к. растущие господствующие деревья имеют большую высоту и перекрывают кронами тонкомерный сухостой.

В составе опытных культур наибольшее количество экотипов относится к лиственницам сибирской, Сукачёва и европейской. В культурах лиственниц сибирской и европейской в большинстве случаев патологический отпад представлен деревьями разной степени развития, относящихся к I-V классам роста. Помимо вышесказанного отмечены случаи усыхания только развитых деревьев (I-III классов роста).

Наличие данных о количественных и качественных характеристиках географических культур лиственницы за 2012 и 2018 годы позволило провести сравнительную оценку отпада за шесть лет. В качестве примера приводим распределения числа деревьев лиственницы европейской на ППП 18 и лиственницы сибирской на ППП 36, выращенных из семенного материала, заготовленного в Московской области (рисунки 36 и 37).

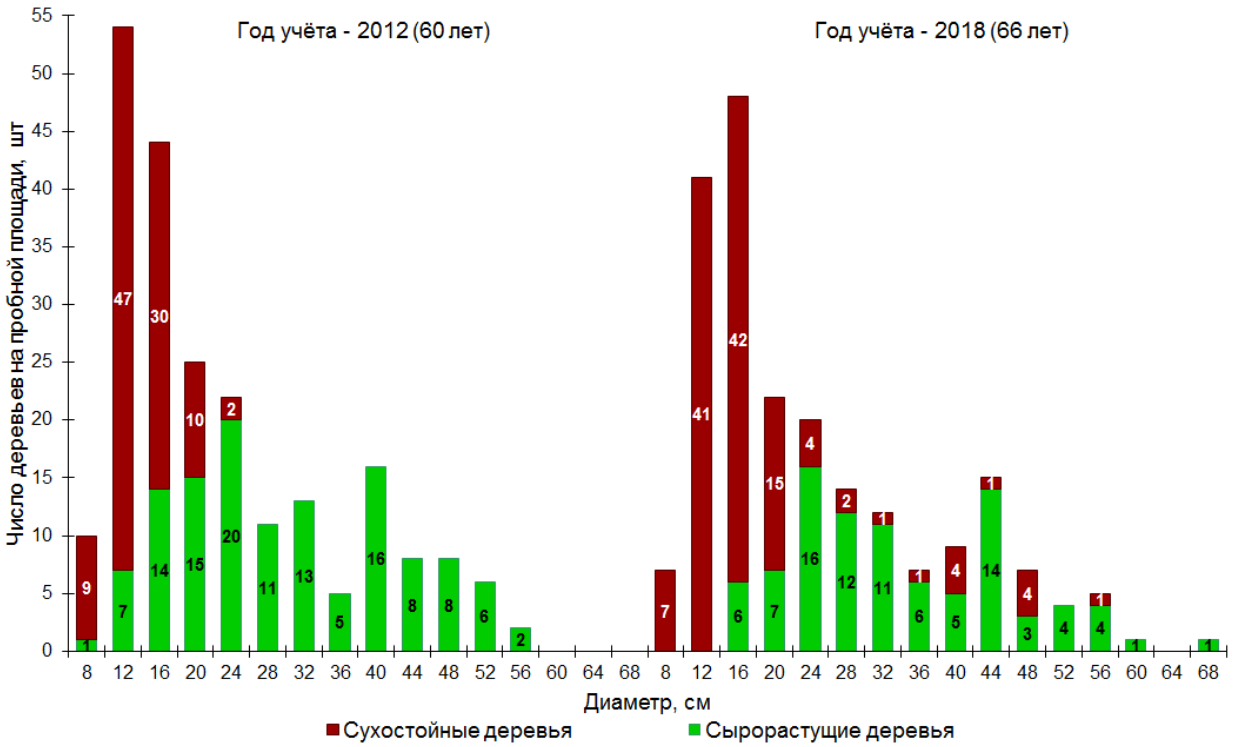


Рисунок 36 – Распределение числа деревьев лиственницы европейской по ступеням толщины (семена из Можайского гор. округа Московской области, ППП 18)

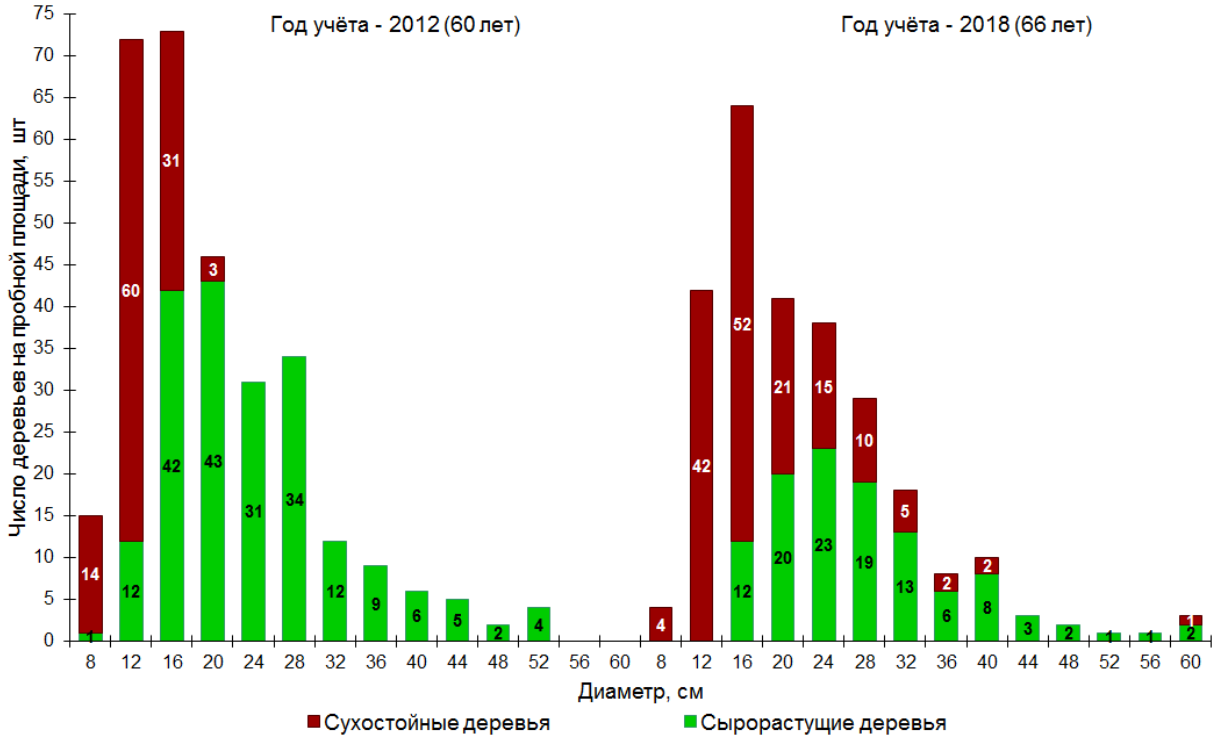


Рисунок 37 – Распределение числа деревьев лиственницы сибирской по ступеням толщины (семена из Троицкого адм. округа Москвы, ППП 36)

Отпад представляет собой усыхающую или усохшую части древостоя. В процессе естественного самоизреживания чистых одновозрастных древостоев

в отпад уходят деревья, относящиеся к V классу роста. При распределении числа деревьев по толщине подобные деревья занимают начальные ступени.

Формирование участков патологического отпада, вызванное неблагоприятными почвенно-климатическими факторами, осуществлялось за счет усыхания групп деревьев, относящихся не только к угнетенной части полога, но и к господствующей (деревья I-III классов роста). При построении распределений числа деревьев по толщине усыхающие и сухостойные деревья в данном случае расположены помимо начальных, в центральных и конечных ступенях.

Экотипы лиственниц европейской и сибирской на ППП 18 и 36 в 2012 году не имели признаков развития патологического отпада. Сухостой был представлен исключительно тонкомерными деревьями, расположенными в начальных ступенях. По истечению шести лет помимо естественного усыхания отставших в росте, угнетенных и ослабленных деревьев произошло развитие патологического отпада, заключающегося в усыхании групп деревьев разной степени развития, в том числе исключительно развитых деревьев (I класса роста). Интенсивный отпад в культурах на ППП 18 и 36 обусловлен групповым усыханием деревьев I-V классов роста в совокупности с процессами естественного самоизреживания древостоев.

В культурах лиственницы Сукачёва наиболее часто патологический отпад представлен только угнетенными деревьями IV-V классов роста, относящимися к потенциальному отпаду будущего. Стресс вызвал преждевременное интенсивное усыхание уже ослабленных, отстающих в росте и уходящих под полог деревьев. Процесс формирования патологического отпада протекал на фоне естественного возрастного изживания древостоев. По вышеуказанным причинам патологический отпад в культурах лиственницы Сукачёва в большинстве случаев не оказал существенного влияния на производительность древостоев. Примером вышеуказанного являются культуры на ППП 39, полученные из семян, заготовленных в Сокольском районе Ивановской (ныне Нижегородской) области (рисунок 38).

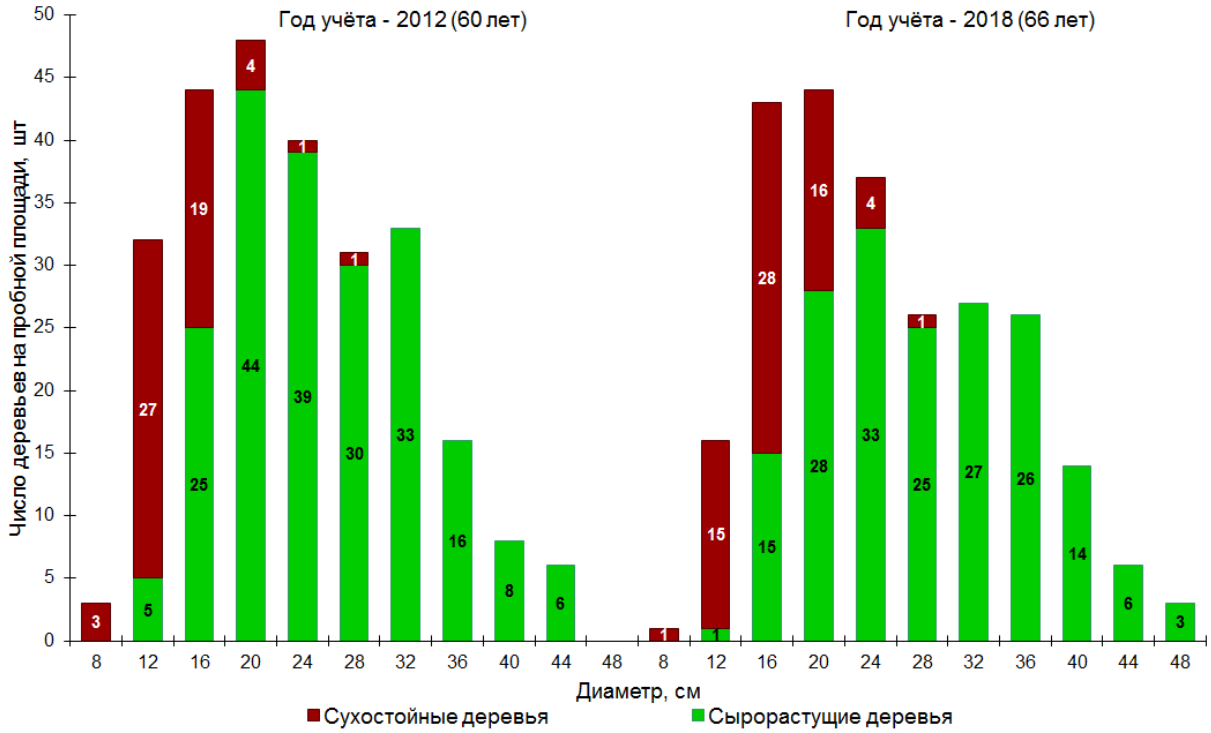


Рисунок 38 – Распределение числа деревьев лиственницы Сукачёва по ступеням толщины (семена из Сокольского района Нижегородской области, ППП 39)

Необходимо отметить, что наиболее интенсивное снижение количественных показателей древостоев произошло в результате группового усыхания развитых деревьев (I-III классов роста) в совокупности с усыханием большого количества угнетенных (IV-V классов роста). Описанное явление произошло в культурах лиственницы сибирской на ППП 7, 8, 10, 19, 20, 34 и 36, лиственницы европейской на ППП 15, 17 и 18, лиственницы даурской на ППП 6, лиственниц Чекановского и японской (Кемпфера) на ППП 5 и 22. При этом доля господствующих сухостойных деревьев составляла от 23,6 до 71,4 % от общего количества деревьев патологического отпада на пробных площадях. Вышеуказанные экотипы не могут считаться устойчивыми и не рекомендуются для промышленного лесовыращивания (таблица 14).

Снижение продуктивности древостоев отмечено также вследствие группового или рассредоточенного усыхания только развитых деревьев, относящихся к I-III классам роста. Данное явление отмечено в культурах лиственницы сибирской на ППП 9 и 16, лиственницы Сукачёва на ППП 29, лиственницы европейской на ППП 24 и 37 и лиственницы даурской на ППП 28.

Целесообразность внедрения в лесокультурное производство вышеуказанных экотипов вызывает определенные сомнения. Заслуживают внимания высокопродуктивные экотипы лиственницы европейской на ППП 24 и 37, в культурах которых отмечено небольшое количество деревьев патологического отпада.

Таблица 14 – Структура патологического отпада чистых географических культур в возрасте 66-лет

№ ППП	География происхождения семян	Основные классы роста деревьев патологического отпада	Количество деревьев патологического отпада разных классов роста					
			на ПП, шт.		на 1 га, шт.		%	
			I-III	IV-V	I-III	IV-V	I-III	IV-V
Лиственница сибирская								
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	IV-V	0	7	0	29	0,0	100,0
3	Омская область, Тарский р-н	IV-V	2	25	9	113	7,3	92,7
7	Московская область, Раменский гор. округ	I-V	30	19	133	83	61,6	38,4
8	Московская область, Раменский гор. округ	I-V	36	21	160	92	63,5	36,5
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	I-III	7	0	31	0	100,0	0,0
10	Иркутская область, Братский р-н	I-V	7	22	31	99	23,8	76,2
16	Красноярский край, Енисейский р-н	I-III	14	0	62	0	100,0	0,0
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	I-V	36	29	160	131	55,0	45,0
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	I-V	10	4	44	18	71,4	28,6
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	единично I-III	2	0	9	0	100,0	0,0
30	Красноярский край, Туруханский р-н	единично I-III	1	0	5	0	100,0	0,0
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	-	0	0	0	0	0,0	0,0
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	I-V	24	20	109	90	54,9	45,1
36	Москва, Троицкий адм. округ	I-V	20	52	91	237	27,7	72,3
Лиственница Сукачёва								
1	Республика Коми, Удорский р-н	-	0	0	0	0	0,0	0,0
4	Архангельская область, Вельский р-н	IV-V	4	20	18	89	16,6	83,4
12	Кировская область, Подосиновский р-н	единично I-V	2	1	9	4	71,0	29,0
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	-	0	0	0	0	0,0	0,0
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	единично I-V	1	3	4	12	27,6	72,4
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	IV-V	1	71	6	416	1,4	98,6
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	единично I-V	3	2	14	10	57,4	42,6
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	I-III	19	0	86	0	100,0	0,0
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	-	0	0	0	0	0,0	0,0
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	IV-V	0	31	0	140	0,0	100,0
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	единично I-V	1	3	6	18	24,9	75,1
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	IV-V	1	22	6	127	4,4	95,6
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	IV-V	1	11	6	62	8,6	91,4
Лиственница европейская								
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	I-V	8	7	36	31	53,1	46,9
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	I-V	31	65	138	288	32,4	67,6
18	Московская область, Можайский гор. округ	I-V	11	6	49	28	63,3	36,7
24	Московская область, Раменский гор. округ	I-III	8	0	36	0	100,0	0,0
37	Москва, Троицкий адм. округ	I-III	13	0	48	0	100,0	0,0
Лиственница даурская								
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	I-V	6	4	27	20	57,7	42,3
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	I-III	6	0	27	0	100,0	0,0
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	единично IV-V	0	1	0	2	0,0	100,0
Лиственница Чекановского								
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	I-V	9	29	40	129	23,6	76,4
Лиственница японская								
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	I-V	22	43	100	193	34,1	65,9

Культуры, в которых в результате стресса произошло усыхание деревьев IV-V классов роста характеризуются относительной экологической устойчивостью, среди них возможен поиск перспективных экотипов в целях лесоразведения. Указанный тип усыхания встречается в древостоях лиственницы сибирской на ППП 2, 3 и лиственницы Сукачёва на ППП 4, 21, 32, 39 и 40. При этом доля тонкомерных сухостойных деревьев составляла от 83,4 до 100 % от общего количества деревьев патологического отпада на вышеуказанных пробных площадях.

В обособленную группу необходимо выделить культуры, в которых отмечены единичные случаи патологического отпада деревьев разной степени развития (до 5 шт. на ППП). Среди экотипов лиственницы сибирской к подобным относятся культуры на ППП 27 и 30, лиственницы Сукачёва – на ППП 12, 14, 26 и 38, лиственницы даурской – на ППП 35. Перечисленные экотипы заслуживают внимания и наиболее продуктивные из них могут быть использованы в целях лесовыращивания.

Патологический отпад не обнаружен в культурах лиственницы сибирской на ППП 33 и лиственницы Сукачёва на ППП 1, 13 и 31. В результате стресса в этих культурах в период с 2010 по 2015 год увеличились темпы усыхания отстающих в росте и уходящих под полог деревьев, но в последствии с 2015 по 2018 год интенсивность самоизреживания культур понизилась и по состоянию на 2019 год находилась в пределах нормы.

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ЧИСТЫХ КУЛЬТУР

Закономерности изреживания и экологическая устойчивость экотипов лиственницы

При изучении роста географических культур одним из важнейших показателей, определяющих потенциальную пригодность экотипов для широкого использования, является сохранность, выраженная количеством деревьев на 1 гектаре в определённом возрасте. Густота культур при закладке составляла 8000 шт./га, за исключением лиственницы европейской на ППП 15 с начальной густотой 4000 шт./га, обусловленной ограниченным количеством посадочного и семенного материала при закладке опыта. В процессе роста культуры разного географического происхождения изреживались с различной интенсивностью. Моделирование возрастной динамики изреживания древостоев позволяет наиболее детально изучить и описать процесс снижения числа деревьев с возрастом, сопоставить экотипы по интенсивности изреживания и обозначить культуры, характеризующиеся наибольшей и наименьшей сохранностью в возрасте 66 лет.

Исходными данными при моделировании возрастной динамики изреживания культур являются архивные материалы Виноградовского лесничества и полевые данные, собранные нами в 2010-2018 годах. Архивные материалы представлены сведениями о числе деревьев в контрольных рядах культур лиственницы в период с 1954 по 1976 год (таблица 15). В процессе подготовки данных для анализа по каждому экотипу проведен перерасчет числа деревьев на 1 гектар. При моделировании изреживания экотипов использовались данные о густоте культур в возрасте от 2 до 58 лет. Засуха 2010 года стала причиной ослабления культур. Обильные осадки июля и сентября 2013 года вызвали продолжительное переувлажнение почв, что привело к интенсивному усыханию деревьев и резкому снижению густоты культур в период с 2013 по 2015 год. Наиболее интенсивное вымокание культур и формирование участков патологического отпада отмечено в понижениях, т.к. в этих местах происходило накопление атмосферных осадков.

Таблица 15 – Число деревьев в контрольных рядах географических культур лиственницы в период с 1954 по 1976 год

Возраст, лет / № ППП	Число деревьев в контрольных рядах, шт.																				
	2	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Лиственница сибирская																					
2	198	103	101	87	84	77	75	75	56	55	54	54	54	54	54	54	53	52	39	39	39
3	198	158	143	131	129	91	91	91	71	71	71	71	71	71	71	71	71	70	48	48	48
7	198	174	172	157	155	97	96	96	75	75	75	75	75	75	74	74	74	73	50	50	49
8	198	162	160	146	145	97	95	95	71	71	71	71	71	71	71	71	71	70	46	46	46
9	198	152	129	111	105	66	66	63	55	55	55	54	54	54	54	54	54	51	49	49	49
10	198	154	149	144	143	92	91	90	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	47	47	47
11	198	57	51	26	16	13	7	7	7	4	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
16	198	156	139	125	121	88	87	87	70	70	70	70	70	70	70	70	70	69	43	43	43
19	198	145	139	128	123	87	86	85	73	73	73	73	72	72	72	72	71	69	41	41	40
20	198	119	115	99	97	71	70	70	60	60	60	60	59	59	59	59	59	59	43	43	43
25	194	122	89	89	67	44	33	33	27	21	19	14	14	12	12	12	11	11	11	10	-
27	194	173	157	143	121	101	101	101	72	72	72	71	71	71	71	71	71	69	49	49	47
30	194	146	138	137	136	99	99	99	65	65	65	65	65	65	65	65	65	64	52	52	46
33	194	182	180	180	179	127	121	120	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	54	54	54
34	194	138	128	125	122	90	88	88	60	60	60	59	59	58	58	58	58	58	45	45	44
36	194	155	138	131	126	103	103	103	69	69	69	69	68	68	68	68	67	67	49	49	47
Лиственница Сукачёва																					
1	198	135	123	113	113	110	109	104	73	71	71	71	71	71	71	71	70	70	44	44	44
4	198	156	145	129	129	93	93	93	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	47	47	47
12	198	182	143	119	118	98	98	98	84	84	84	84	84	84	84	84	84	83	50	50	50
13	198	137	105	103	100	81	81	81	73	73	73	73	73	73	73	73	73	72	45	45	45
14	198	176	174	145	144	95	95	95	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	46	46	45
21	194	151	149	149	145	112	112	112	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	51	51	50
26	194	182	180	176	158	108	107	107	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	56	56	55
29	194	153	144	138	135	94	94	94	74	74	74	74	74	74	74	74	73	73	49	49	49
31	194	134	122	119	119	93	93	93	69	69	68	68	67	67	67	67	65	65	47	47	43
32	194	192	190	184	184	114	114	114	69	69	69	69	69	69	69	69	69	68	50	50	49
38	194	142	136	116	110	87	87	86	71	71	71	71	71	71	70	70	68	65	41	41	41
39	194	146	144	135	135	99	99	99	63	63	63	63	63	63	63	63	63	62	47	47	46
40	194	155	153	143	139	100	100	100	67	67	67	67	67	67	67	67	66	66	43	43	43
Лиственница европейская																					
15	99	89	88	87	87	86	85	85	71	71	71	71	71	70	70	70	69	69	44	44	44
17	198	160	154	90	86	63	62	61	59	58	57	57	57	57	57	57	55	55	37	37	37
18	198	154	152	138	138	96	93	93	74	74	74	74	74	74	74	74	74	72	40	40	40
24	194	161	155	142	142	101	100	100	75	75	75	75	75	75	75	74	72	42	42	41	41
37	194	157	155	141	135	87	87	85	84	83	83	83	83	83	83	83	82	79	46	46	46
Лиственница даурская																					
6	198	154	150	124	106	60	49	49	43	43	43	42	42	42	42	42	40	39	37	37	34
23	194	95	66	65	53	44	37	35	27	13	10	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-
28	194	91	87	87	79	61	60	60	48	46	44	44	43	43	42	42	35	30	30	30	29
35	194	105	97	94	76	65	60	60	47	46	43	42	41	41	37	37	30	25	18	17	17
Лиственница Чекановского																					
5	198	150	121	107	105	84	84	82	66	66	66	65	65	65	65	65	65	65	53	53	52
Лиственница японская																					
22	194	144	136	127	111	76	75	75	68	68	68	68	68	68	68	68	47	47	37	37	37

В отличие от существующей теории хода роста древостоев, построенной для совокупности нормальных (полных, максимально сомкнутых) древостоев, каждый экотип имеет присущую лишь ему динамику изменения таксационных

показателей. Для моделирования возрастной динамики изреживания древостоев, по данным постоянных пробных площадей (ППП), профессором В.К. Хлюстовым предложена ростовая функция Корсуня-Бакмана (1), параметры которой приведены в таблице 16.

$$N = \exp\times(a_0+a_1\times LnA+a_2\times Ln^2A+a_3\times Ln^3A), \quad (1)$$

где:

N – число деревьев, шт./га;

A – возраст, лет;

a_i – численные коэффициенты уравнения.

Таблица 16 – Параметры регрессионных уравнений возрастной динамики изреживания экотипов

№ ППП	География происхождения семян	Параметры уравнения N					
		a_0	a_1	a_2	a_3	R^2	SE
Лиственница сибирская							
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	9,8346	-1,5085	0,4631	-0,0730	0,956	12,8
3	Омская область, Тарский р-н	9,0785	0,0219	-0,2427	0,0306	0,947	11,2
7	Московская область, Раменский гор. округ	8,9336	0,2624	-0,2835	0,0239	0,944	13,6
8	Московская область, Раменский гор. округ	8,8958	0,3735	-0,3776	0,0422	0,942	13,5
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	9,9679	-1,8401	0,6927	-0,1142	0,941	15,2
10	Иркутская область, Братский р-н	8,8681	0,4647	-0,4664	0,0633	0,928	13,5
16	Красноярский край, Енисейский р-н	9,5245	-0,9702	0,3282	-0,0673	0,949	13,8
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	9,3133	-0,5051	0,0670	-0,0247	0,937	14,8
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	9,6556	-1,1217	0,2510	-0,0344	0,957	10,2
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	9,1783	-0,2653	-0,0001	-0,0212	0,963	11,6
30	Красноярский край, Туруханский р-н	9,4831	-0,9124	0,3357	-0,0742	0,965	12,2
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	8,6865	0,7464	-0,4856	0,0500	0,942	13,4
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	9,2242	-0,2700	-0,1098	0,0089	0,964	10,2
36	Москва, Троицкий адм. округ	9,1617	-0,1986	-0,0735	-0,0044	0,964	10,6
Лиственница Сукачёва							
1	Республика Коми, Удорский р-н	9,2165	-0,2986	-0,0437	-0,0042	0,948	12,1
4	Архангельская область, Вельский р-н	9,1913	-0,2292	-0,0963	0,0033	0,957	11,2
12	Кировская область, Подосиновский р-н	9,2603	-0,4179	0,0484	-0,0199	0,923	14,4
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	9,7426	-1,3649	0,4444	-0,0686	0,934	12,5
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	9,0115	0,0945	-0,1925	0,0082	0,943	14,5
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	8,8583	0,4346	-0,3891	0,0438	0,951	11,7
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	8,8581	0,3920	-0,3152	0,0268	0,944	12,9
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	9,1278	-0,1218	-0,1210	0,0060	0,947	12,0
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	9,3750	-0,6243	0,1131	-0,0284	0,970	9,5
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	8,6410	0,8623	-0,5668	0,0625	0,929	15,4
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	9,4324	-0,7518	0,1861	-0,0406	0,948	12,9
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	8,8790	0,4405	-0,4505	0,0578	0,951	12,1
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	8,7808	0,6246	-0,5150	0,0630	0,948	13,0
Лиственница европейская							
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	8,3342	-0,0891	0,0680	-0,0335	0,930	11,0
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	9,3849	-0,5386	-0,0576	0,0101	0,915	16,3
18	Московская область, Можайский гор. округ	9,2973	-0,5252	0,1451	-0,0473	0,943	16,0
24	Московская область, Раменский гор. округ	8,6717	0,8399	-0,6064	0,0741	0,933	15,1
37	Москва, Троицкий адм. округ	9,2517	-0,4169	0,0704	-0,0279	0,916	16,8

№ ППП	География происхождения семян	Параметры уравнения N					
		a_0	a_1	a_2	a_3	R^2	SE
Лиственница даурская							
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	9,4782	-0,7347	0,0487	-0,0153	0,922	19,4
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	10,3428	-2,5793	1,0133	-0,1636	0,981	10,0
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	9,5840	-0,9873	0,2234	-0,0595	0,977	14,4
Лиственница Чекановского							
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	9,6654	-1,2022	0,3628	-0,0575	0,967	8,8
Лиственница японская							
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	9,2939	-0,4059	-0,0579	0,0075	0,924	13,4

Значения показателя детерминации (R^2=0,915÷0,970) и ошибок уравнений (SE=±8,8÷19,4 шт./га) указывают на высокую надёжность полученных регрессий. Расхождение линий возрастной динамики изреживания экотипов представлено на рисунках 38-41. Высокие темпы изреживания всех экотипов отмечены до 30 лет, что объясняется высокой конкуренцией между молодыми деревьями за почвенно-световые ресурсы в процессе активного роста.

В культурах лиственницы сибирской наименьшей интенсивностью изреживания характеризуются экотипы из Братского района Иркутской области (ППП 10) и Тарского района Омской области (ППП 3). Культуры в 66-летнем возрасте имели 1320 и 1164 деревьев на гектаре. Хорошей сохранностью и стабильностью изреживания характеризуется экотип из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33). Густота древостоя в аналогичном возрасте составляла 1066 шт./га. Наибольшая интенсивность изреживания в процессе роста культур характерна для экотипов из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30). Древостои в 66 лет имели 400 и 449 деревьев на гектаре. Формирование патологического отпада вызвало резкое снижение густоты культур 7 экотипов в период с 60 лет по 63 года. Существенное снижение числа деревьев на одном гектаре отмечено в культурах: из Раменского городского округа Московской области (ППП 7 и 8) – на 229 и 247 деревьев (23,4 и 22,9 %), из Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19) – на 283 дерева (37 %), из Ермаковского района Красноярского края (ППП 34) – на 208 деревьев (21,4 %) и Троицкого

административного округа Москвы (ППП 36) – на 349 деревьев (38,2 %) (рисунок 39). Через 15 лет после закладки географических культур полностью выпал горный экотип сибирской лиственницы (алтайская раса) из Шебалинского района Республики Алтай (ППП 11), через 22 года выпал горный экотип из Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан (ППП 25). По этой причине сведения об изреживании данных культур в работе не приводятся.

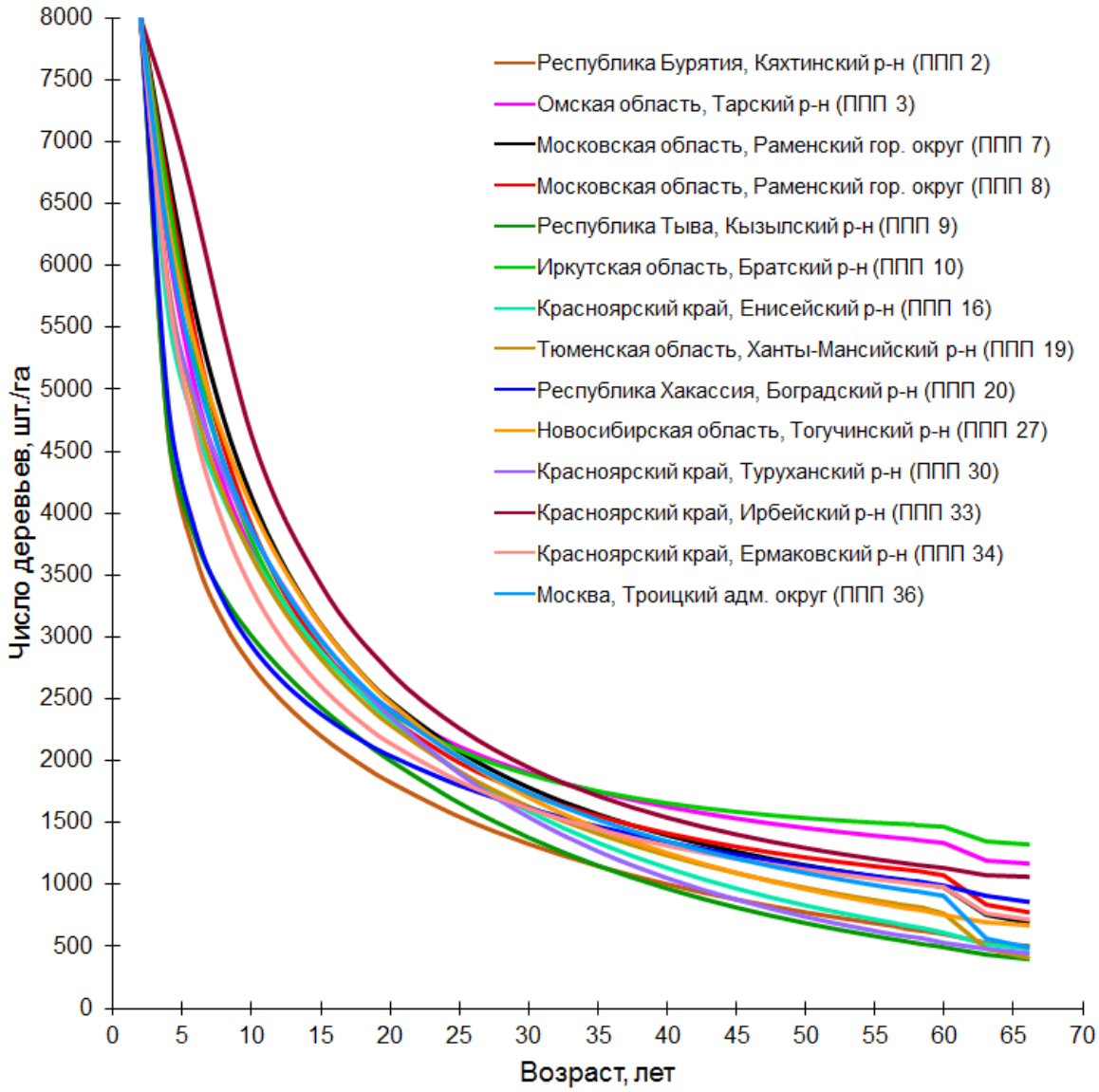


Рисунок 39 – Возрастная динамика изреживания экотипов лиственницы сибирской

Экотипы лиственницы Сукачёва имеют близкие темпы снижения числа деревьев с возрастом. Наименьшей интенсивностью изреживания отличаются

культуры из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39) и Пудожского района Республики Карелии (ППП 40). В 66-летнем возрасте древостои имели 1038 и 1015 деревьев на гектаре. Высокой сохранностью и стабильностью изреживания характеризуются экотипы из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26) и Удорского района Республики Коми (ППП 1). Густота древостоев в 2018 году составляла 1007 и 985 шт./га. Хорошая сохранность отмечена также у 66-летних культур из Подосиновского и Кирово-Чепецкого районов Кировской области – 973 и 966 шт./га. Наибольшая интенсивность изреживания характерна для экотипов из Горноуральского городского округа Свердловской области (ППП 38) и Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14). В 66 лет древостои имели 688 и 742 дерева на 1 га (рисунок 40).

Формирование патологического отпада вызвало резкое снижение густоты культур в период с 60 лет по 63 года, наиболее существенное – в культурах из Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21) – на 384 дерева (31,5 %).

В культурах лиственницы европейской наименьшей интенсивностью изреживания отличается экотип из Раменского городского округа Московской области (ППП 24). Густота древостоя в 66-летнем возрасте составляла 1061 шт./га. Высокая сохранность культур частично связана с непосредственным примыканием к свободным полям, образовавшимся в результате усыхания культур лиственницы даурской из Вилюйского района Республики Саха (Якутия) (ППП 23) и лиственницы сибирской из Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан (ППП 25) в течение 16 и 22 лет после закладки культур. Неплохой сохранностью и относительной стабильностью изреживания характеризуются экотипы из Троицкого административного округа Москвы (ППП 37) и Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15). Густота культур в 2018 году составляла 761 и 738 шт./га. Наибольшими темпами изреживания характеризуются культуры из Можайского городского округа

Московской области (ППП 18), густота древостоя в возрасте 66 лет составляла 400 шт./га. Вымокание лиственницы и формирование патологического отпада вызвало снижение густоты всех экотипов в период с 60 лет по 63 года, наиболее существенное снижение отмечено в культурах из Долинского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 17) – на 374 дерева на гектаре (38,4 %) (рисунок 41).

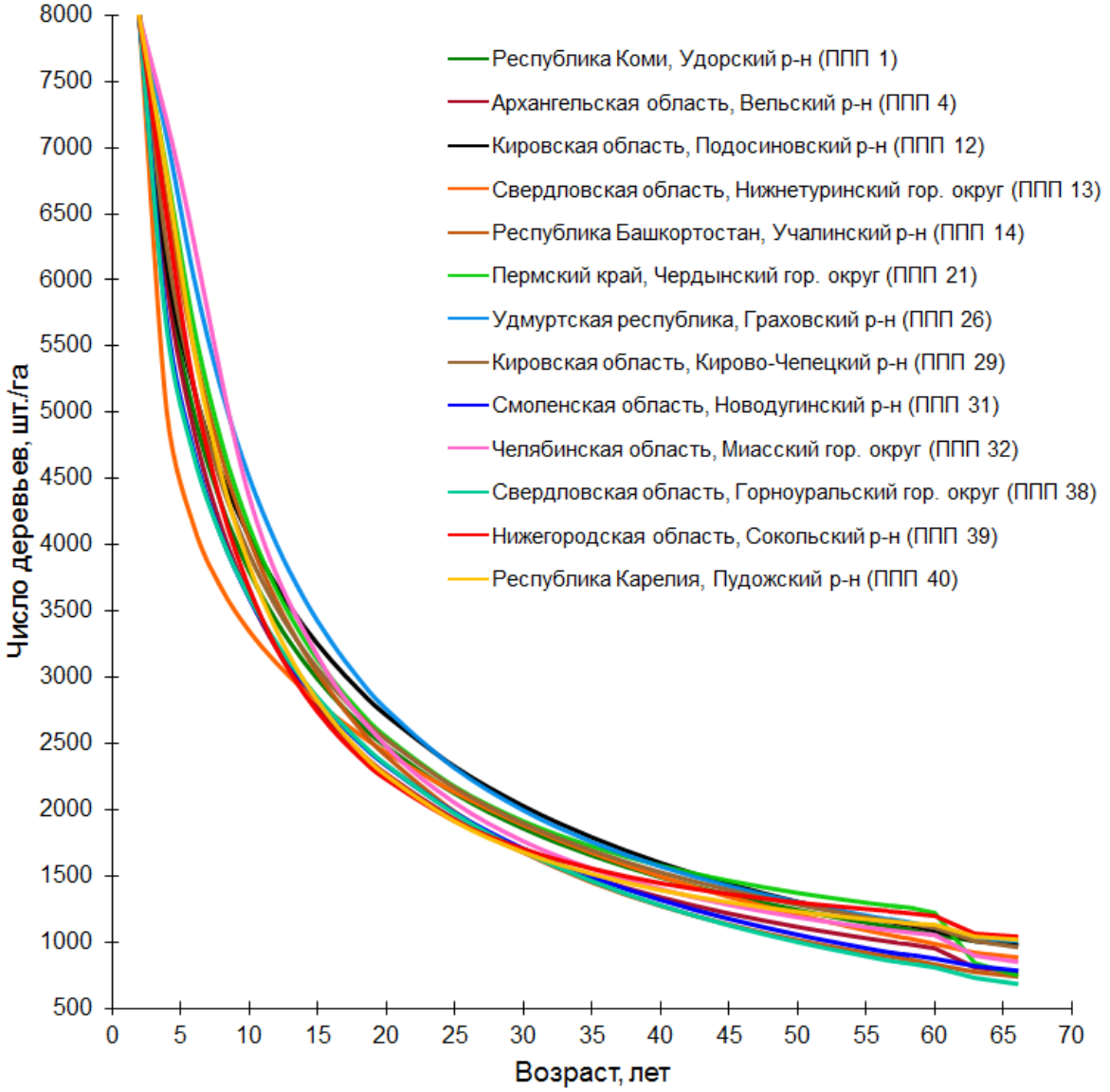


Рисунок 40 – Возрастная динамика изреживания экотипов лиственницы Сукачёва

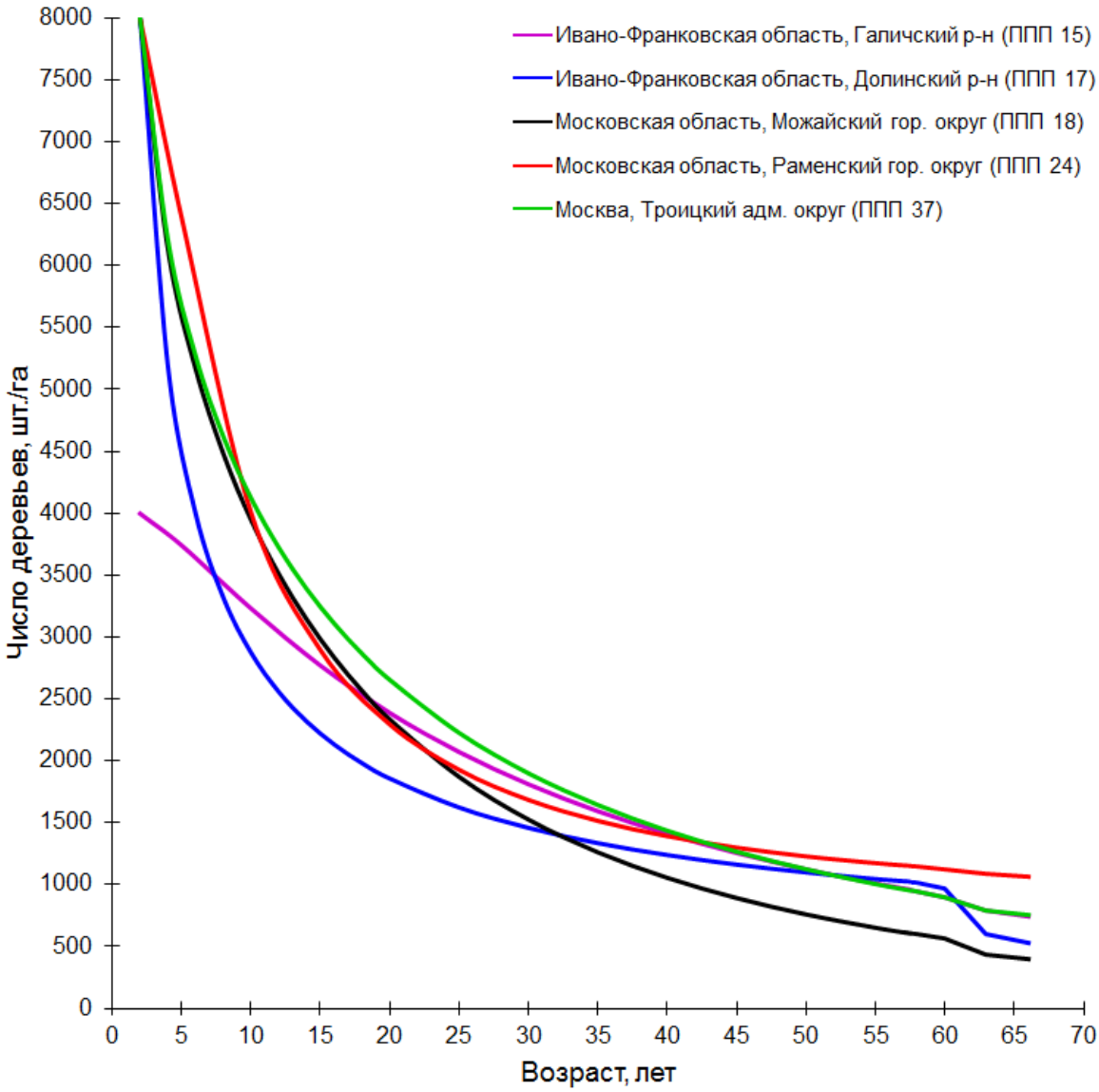


Рисунок 41 – Возрастная динамика изреживания экотипов лиственницы европейской

В культурах лиственницы даурской наименьшей интенсивностью изреживания отличается южный экотип из Александро-Заводского района Забайкальского края (ППП 6). Густота 66-летних культур составляла 413 шт./га. Наибольшей интенсивностью изреживания характеризуются экотипы из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35) и Ленского района Республики Саха (Якутия) (ППП 28). В 66-летнем возрасте экотипы представлены редкостойными древостоями с густотой 145 и 190 шт./га (рисунок 42). Через 16 лет после закладки географических культур полностью выпал экотип из Вилюйского района Республика Саха (Якутия) (ППП 23), по этой причине сведения об изреживании данных культур в работе

не приводятся. Экотипы лиственницы даурской при перенесении в Московскую область характеризуются высоким отпадом, в связи с чем не являются перспективными.

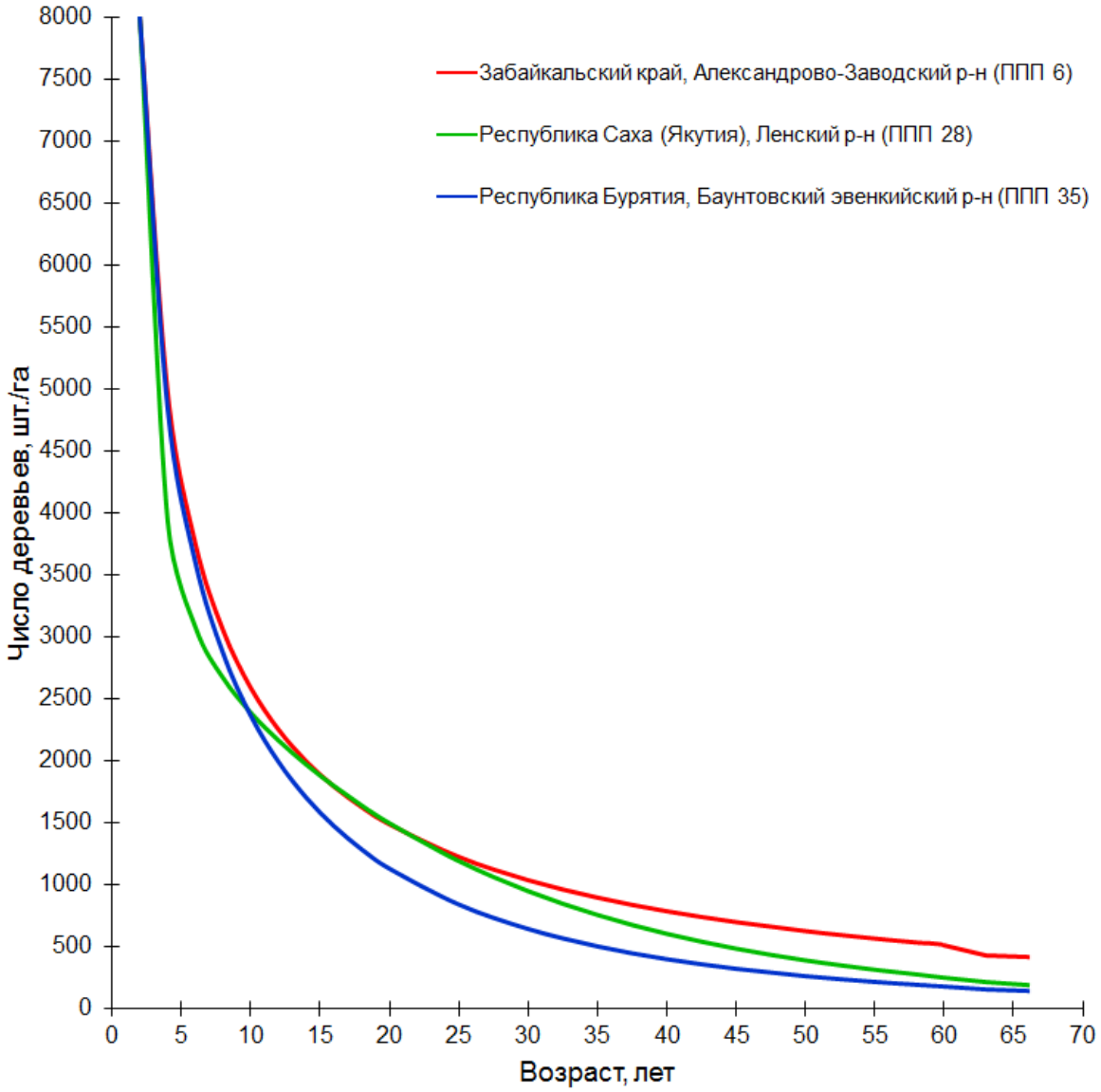


Рисунок 42 – Возрастная динамика изреживания экотипов лиственницы даурской

Экотип лиственницы Чекановкого из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5) в процессе роста характеризовался сравнительно низкими темпами изреживания, но вследствие развития патологического отпада в период с 60 лет по 63 года число деревьев на гектаре понизилось на 211 шт. (21,9 %). В возрасте 66 лет древостой имел 702 дерева на гектаре. Культуры лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского городского

округа Сахалинской области (ППП 22) в процессе роста отличались еще меньшей интенсивностью изреживания, но пострадали от климатических аномалий 2010 и 2013 годов, после которых число деревьев на 1 га снизилось на 254 шт. (19,6 %). Древостой в 66-летнем возрасте имел 952 дерева на гектаре.

Об устойчивости чистых географических культур к засухе и вымоканию можно судить на основе анализа изреживания экотипов после климатических аномалий. Разработанные регрессии описывают процесс естественного изреживания культур до 2010 года. Отклонение фактического числа деревьев от значений по регрессии в последующие годы указывает на число деревьев патологического отпада для отдельных экотипов лиственницы (таблица 17). В 2012 году в процессе инвентаризации культур отмечены единичные усыхания развитых деревьев. Наиболее интенсивное изреживание всех экотипов и накопление сухостоя происходило с 2012 по 2015 год, за этот период в отпад ушло 51-84 % от общего количества выпавших с 2012 по 2018 год деревьев.

Наибольшей устойчивостью характеризуются чистые культуры лиственницы сибирской из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9), Тогучинского района Новосибирской области (ППП 27), Туруханского и Ирбейского районов Красноярского края (ППП 30 и 33), экотипы лиственницы Сукачёва из Удорского района Республики Коми (ППП 1), Подосиновского района Кировской области (ППП 12), Нижнетуринского городского округа Свердловской области (ППП 13), Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14), Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26), Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) и Горноуральского городского округа Свердловской области (ППП 38), экотип лиственницы европейской из Раменского городского округа Московской области (ППП 24), экотипы лиственницы даурской из Ленского района Республики Саха (Якутия) (ППП 28) и Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35) т.к. для культур вышеперечисленных 14 экотипов расхождение фактического числа деревьев с модельным в 2018 году составляло не более 5 % и может считаться случайным.

Таблица 17 – Оценка расхождения фактического числа деревьев с числом деревьев по регрессионной модели

№ ППП	География происхождения семян	Расхождение фактического числа деревьев с показателем по модели, ±			
		2012 год (60 лет)		2018 год (66 лет)	
		N, шт./га	N, %	N, шт./га	N, %
Лиственница сибирская					
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	4	0,7	29	5,5
3	Омская область, Тарский р-н	5	0,4	122	9,5
7	Московская область, Раменский гор. округ	9	0,9	216	23,8
8	Московская область, Раменский гор. округ	4	0,4	252	24,6
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	5	1,0	13	3,1
10	Иркутская область, Братский р-н	4	0,3	131	9,0
16	Красноярский край, Енисейский р-н	9	1,5	48	9,2
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	27	3,4	291	41,3
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	8	0,8	62	6,7
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	9	1,2	1	0,2
30	Красноярский край, Туруханский р-н	9	1,7	4	1,0
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	5	0,4	5	0,5
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	5	0,5	198	21,7
36	Москва, Троицкий адм. округ	1	0,1	328	39,6
Лиственница Сукачёва					
1	Республика Коми, Удорский р-н	10	1,0	7	0,7
4	Архангельская область, Вельский р-н	9	0,9	107	12,1
12	Кировская область, Подосиновский р-н	4	0,4	13	1,3
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	9	0,9	6	0,7
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	9	1,1	16	2,1
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	17	1,4	422	36,0
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	14	1,3	24	2,3
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	9	0,8	62	6,0
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	0	0,0	9	1,1
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	5	0,4	140	14,1
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	0	0,0	23	3,3
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	6	0,5	133	11,4
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	1	0,0	68	6,3
Лиственница европейская					
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	13	1,5	67	8,3
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	23	2,3	425	44,8
18	Московская область, Можайский гор. округ	4	0,7	77	16,2
24	Московская область, Раменский гор. округ	9	0,8	28	2,6
37	Москва, Троицкий адм. округ	14	1,6	45	5,5
Лиственница даурская					
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	0	0,0	46	10,1
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	5	2,0	8	4,0
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	0	0,3	2	1,6
Лиственница Чекановского					
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	9	0,9	169	19,4
Лиственница японская					
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	9	0,7	293	23,5

Неустойчивыми являются экотипы лиственницы сибирской из Раменского городского округа Московской области (ППП 7 и 8), Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19), Ермаковского района Красноярского края (ППП 34), Троицкого административного округа Москвы (ППП 36), экотип лиственницы Сукачёва из Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21), экотип лиственницы европейской из Долинского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 17), экотип лиственницы Чекановского из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5) и экотип лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22) т.к. для вышеперечисленных 9 экотипов фактическое число деревьев в 2018 году оказалось на 19,4-44,8 % меньше модельного. Остальные экотипы (14 шт.) занимают промежуточное положение и характеризуются средней устойчивостью с фактическим числом деревьев в аналогичном году на 5,5-16,2 % меньше модельного.

Описанное расхождение фактического и модельного числа деревьев определило количество деревьев патологического отпада в культурах лиственницы в 2018 году. Высокий отпад объясняется слабой приспособленностью экотипов к климатическим аномалиям, проявляющимся на фоне равнинного рельефа, неглубокого залегания грунтовых вод и низкой эффективности устаревшей мелиоративной сети опытного участка.

В подтверждение приводим данные профессора В.П. Тимофеева, согласно которым дальневосточные виды лиственницы при перенесении в Московскую область гибнут в засушливые годы [148]. Согласно наблюдениям В.В. Надеждина, в обильные летними осадками годы у лиственницы в понижениях и на тяжелых суглинках хвоя начала желтеть и опадать в первой половине августа, на следующий год в понижениях образовались выпады деревьев [93; 94]. В нашем случае наиболее интенсивное усыхание культур и формирование участков патологического отпада отмечено также в пониженных участках микрорельефа.

Возрастная динамика среднеквадратического диаметра

Исходными данными для моделирования возрастной динамики среднеквадратического диаметра экотипов лиственницы являлись архивные материалы Виноградовского лесничества и полевые данные, собранные нами в процессе перечислительной таксации культур на постоянных пробных площадях в 2010-2018 годах. В этот период перечеты проводились студентами Н.В. Корешковым, Я.В. Волобуевым, О.М. Балакиревой, А.В. Гемоновым, Р.Т. Арифулиным, А.В. Лебедевым, А.К. Митиным, М.М. Прошкиным, П.Г. Ловкиным, О.В. Теслицкой и А.А. Смыковой. Архивные материалы представлены сведениями о среднем диаметре древостоев, полученными в результате ежегодного сплошного перечёта деревьев в контрольных рядах культур каждого экотипа лиственницы в период с 1967 по 1978 год.

Моделирование возрастной динамики среднего диаметра экотипов лиственницы требует наличия надёжных полевых данных. Статистический анализ данных сплошного перечёта деревьев позволяет оценить достоверность показателей изменчивости (коэффициентов вариации (V, %) и дифференциации (V_d, %), стандартного отклонения (σ, см)) и точности (±P, %) определения средних диаметров культур по ошибкам репрезентативности. В таблице 18 приведены значения статистических показателей, характеризующих выборки по перечётам, проведённым в 2018 году.

Достоверность статистических показателей как отношение показателей к их ошибкам во всех случаях превышает критическую величину ($t > 3$), что свидетельствует о надёжности исходных данных для моделирования возрастной динамики среднего диаметра экотипов лиственницы. Показатели варьирования диаметров деревьев имеют по стандартному отклонению (σ) диапазон от 5,1 до 12,7 см, по коэффициенту вариации (V) – от 19,2 до 41,7 %, по коэффициенту дифференциации (V_d) – от 38,1 до 76,6 %. Точность определения среднего диаметра (P) находится в диапазоне от ±1,7 до ±4,8 %. Наряду с этим, был оценён доверительный интервал для генеральной средней ($ДИГС_{0,95}$) лесных культур, характеризуемый предельными значениями среднего

диаметра на 95-процентном уровне доверительной вероятности, который находится в пределах 2-6 сантиметров при точности определения до ±4,8 %.

Таблица 18 – Статистические показатели выборок по толщине деревьев экотипов лиственницы

№ ПП	География происхождения семян	Статистические показатели					
		$D \pm m_D$ (см)	$\sigma \pm m_\sigma$ (см)	$V \pm m_V$ (%)	$V_d \pm m_{Vd}$ (%)	$P \pm m_P$ (%)	ДИГС$_{0,95}$ (см)
Лиственница сибирская							
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	25,5±0,72	7,6±0,51	29,8±0,59	62,3±2,58	2,8±0,06	24,1 – 26,9
3	Омская область, Тарский р-н	23,1±0,49	7,9±0,35	34,3±0,51	59,4±1,54	2,1±0,03	22,1 – 24,0
7	Московская область, Раменский гор. округ	24,8±0,60	7,5±0,42	30,1±0,51	48,9±1,36	2,4±0,04	23,6 – 26,0
8	Московская область, Раменский гор. округ	24,5±0,61	8,0±0,43	32,6±0,57	51,8±1,44	2,5±0,04	23,4 – 25,7
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	24,1±0,74	7,0±0,52	29,0±0,63	59,8±2,67	3,1±0,07	22,7 – 25,6
10	Иркутская область, Братский р-н	22,6±0,45	7,7±0,32	34,2±0,48	54,6±1,22	2,0±0,03	21,7 – 23,5
16	Красноярский край, Енисейский р-н	25,1±0,64	6,6±0,45	26,5±0,48	50,3±1,72	2,5±0,05	23,8 – 26,3
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	27,7±0,66	6,3±0,46	22,8±0,38	58,0±2,47	2,4±0,04	26,4 – 29,0
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	24,7±0,49	6,8±0,34	27,5±0,38	64,8±2,13	2,0±0,03	23,8 – 25,7
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	28,6±0,67	8,2±0,47	28,6±0,48	38,1±0,85	2,3±0,04	27,2 – 29,9
30	Красноярский край, Туруханский р-н	23,5±0,71	7,1±0,50	30,2±0,65	65,7±3,06	3,0±0,07	22,1 – 24,8
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	22,8±0,48	7,4±0,34	32,3±0,48	54,1±1,35	2,1±0,03	21,9 – 23,8
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	25,3±0,70	8,8±0,50	35,0±0,69	55,2±1,71	2,8±0,05	23,9 – 26,7
36	Москва, Троицкий адм. округ	28,0±0,92	9,7±0,65	34,6±0,81	74,2±3,71	3,3±0,08	26,2 – 29,8
Лиственница Сукачёва							
1	Республика Коми, Удорский р-н	26,3±0,44	6,0±0,31	22,9±0,27	39,3±0,80	1,7±0,02	25,5 – 27,2
4	Архангельская область, Вельский р-н	27,1±0,52	6,9±0,37	25,4±0,34	44,2±1,05	1,9±0,03	26,1 – 28,1
12	Кировская область, Подосиновский р-н	27,1±0,46	6,8±0,33	25,3±0,31	43,7±0,91	1,7±0,02	26,2 – 28,0
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	26,8±0,50	7,0±0,35	26,3±0,35	55,4±1,53	1,9±0,02	25,8 – 27,7
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	24,9±0,49	6,4±0,35	25,5±0,36	48,8±1,30	2,0±0,03	24,0 – 25,9
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	27,2±0,59	6,7±0,41	24,5±0,37	57,0±2,02	2,2±0,03	26,0 – 28,3
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	25,8±0,45	6,7±0,32	26,0±0,32	50,6±1,21	1,7±0,02	24,9 – 26,7
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	26,1±0,64	9,3±0,45	35,7±0,62	58,2±1,64	2,4±0,04	24,9 – 27,4
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	30,5±0,96	12,7±0,68	41,7±0,93	64,7±2,25	3,2±0,07	28,6 – 32,4
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	26,1±0,49	6,7±0,35	25,7±0,34	52,8±1,44	1,9±0,02	25,1 – 27,1
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	26,6±0,47	5,1±0,33	19,2±0,24	42,3±1,17	1,8±0,02	25,7 – 27,5
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	28,6±0,60	7,9±0,42	27,8±0,41	48,9±1,27	2,1±0,03	27,4 – 29,8
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	27,0±0,48	6,3±0,34	23,2±0,29	55,7±1,67	1,8±0,02	26,1 – 27,9
Лиственница европейская							
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	35,7±0,81	10,5±0,57	29,3±0,47	49,7±1,36	2,3±0,04	34,1 – 37,3
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	28,9±1,11	12,0±0,78	41,5±1,12	76,6±3,82	3,8±0,10	26,8 – 31,1
18	Московская область, Можайский гор. округ	33,8±1,24	11,7±0,88	34,7±0,90	64,0±3,05	3,7±0,09	31,4 – 36,2
24	Московская область, Раменский гор. округ	30,9±0,83	12,7±0,59	41,0±0,78	55,8±1,44	2,7±0,05	29,3 – 32,6
37	Москва, Троицкий адм. округ	31,9±0,62	8,9±0,44	27,9±0,39	46,7±1,08	2,0±0,03	30,7 – 33,1
Лиственница даурская							
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	27,5±0,94	9,1±0,66	32,9±0,79	48,2±1,71	3,4±0,08	25,7 – 29,4
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	23,1±1,12	7,2±0,79	31,3±1,07	63,9±4,45	4,8±0,17	20,9 – 25,3
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	29,2±1,41	8,0±1,00	27,3±0,93	61,3±4,70	4,8±0,16	26,4 – 32,0
Лиственница Чекановского							
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	25,9±0,61	7,7±0,43	29,6±0,49	48,2±1,31	2,4±0,04	24,7 – 27,1
Лиственница японская							
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	29,4±0,65	9,5±0,46	32,3±0,51	55,5±1,51	2,2±0,04	28,1 – 30,6

Для моделирования динамики среднего диаметра древостоев по данным постоянных пробных площадей (ППП) использована полиномо-логарифмическая функция третьей степени (2), параметры которой приведены в таблице 19.

$$D = \exp\times(a_0+a_1\times LnA+a_2\times Ln^2A+a_3\times Ln^3A), \quad (2)$$

где:

D – средний диаметр древостоя, см;

A – возраст, лет;

a_i – численные коэффициенты уравнения.

Таблица 19 – Параметры регрессионных уравнений возрастной динамики среднего диаметра экотипов

№ ППП	География происхождения семян	Параметры уравнения D					
		a_0	a_1	a_2	a_3	R^2	SE
Лиственница сибирская							
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	-14,7499	11,8899	-2,7007	0,2122	0,997	5,7
3	Омская область, Тарский р-н	-7,9091	6,8635	-1,4807	0,1132	0,998	4,0
7	Московская область, Раменский гор. округ	-8,0186	6,4006	-1,2567	0,0884	0,999	3,0
8	Московская область, Раменский гор. округ	-7,9413	6,3685	-1,2445	0,0863	0,997	3,9
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	-9,4714	6,7645	-1,2525	0,0863	0,997	5,2
10	Иркутская область, Братский р-н	-7,1597	6,1363	-1,2678	0,0933	0,997	4,9
16	Красноярский край, Енисейский р-н	-9,7711	7,7295	-1,5969	0,1177	0,999	3,2
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	-7,6112	5,6715	-0,9513	0,0528	0,997	4,5
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	-13,0778	10,7918	-2,4470	0,1910	0,998	3,4
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	-6,5538	4,6236	-0,6407	0,0247	0,999	1,2
30	Красноярский край, Туруханский р-н	-14,5976	11,0514	-2,3866	0,1818	0,998	3,7
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	-6,2774	5,3744	-1,0575	0,0746	0,998	4,1
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	-7,7408	6,1490	-1,1896	0,0835	0,995	6,3
36	Москва, Троицкий адм. округ	-11,0033	8,8149	-1,8957	0,1458	0,998	4,0
Лиственница Сукачёва							
1	Республика Коми, Удорский р-н	-13,7487	10,8774	-2,3669	0,1769	0,999	3,5
4	Архангельская область, Вельский р-н	-8,9197	7,3492	-1,5262	0,1120	0,997	4,9
12	Кировская область, Подосиновский р-н	-8,3858	6,5637	-1,2712	0,0887	0,996	5,6
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	-8,2435	6,7656	-1,3869	0,1028	0,999	3,2
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	-9,1242	7,0393	-1,3661	0,0931	0,998	3,9
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	-12,4947	10,1600	-2,2586	0,1752	0,999	1,6
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	-7,5094	6,2921	-1,2875	0,0955	0,996	5,3
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	-5,5588	4,3293	-0,6690	0,0337	0,995	5,6
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	-5,6439	4,3744	-0,6929	0,0402	0,999	1,7
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	-9,0083	7,4761	-1,5950	0,1218	0,999	3,1
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	-7,6219	6,1787	-1,1938	0,0812	0,998	4,0
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	-9,0013	7,6361	-1,6443	0,1257	0,996	6,0
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	-13,5274	10,8639	-2,4022	0,1834	0,999	3,5
Лиственница европейская							
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	-6,2247	5,1078	-0,8773	0,0520	0,997	5,1
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	-8,7413	7,0609	-1,4257	0,1035	0,999	3,2
18	Московская область, Можайский гор. округ	-5,3752	3,9644	-0,5162	0,0189	0,999	3,4
24	Московская область, Раменский гор. округ	-5,5672	4,1918	-0,5760	0,0220	0,998	4,1
37	Москва, Троицкий адм. округ	-4,4290	3,5697	-0,4922	0,0218	0,998	3,6
Лиственница даурская							
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	-7,2321	5,5656	-0,9979	0,0651	0,993	7,7
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	-17,5359	12,2235	-2,4826	0,1779	0,996	6,3
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	-9,4861	6,8930	-1,3123	0,0959	0,996	6,4
Лиственница Чекановского							
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	-12,2075	9,6428	-2,0933	0,1609	0,996	6,2
Лиственница японская							
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	-8,0314	6,7023	-1,3543	0,0971	0,997	4,7

Значения показателя детерминации (R^2=0,993÷0,999) и ошибок уравнений (SE=±1,2÷7,7 см) указывают на высокую надёжность полученных регрессий. На основе полученных кривых возрастной динамики рассчитан среднепериодический текущий прирост среднего диаметра с использованием формулы:

$$Z_D = \frac{(D_A - D_{A-N})}{N}, \qquad (3)$$

где:

Z_D – среднепериодический текущий прирост, см;

D_A – средний диаметр древостоя в возрасте А, см;

D_{A-N} – средний диаметр древостоя N лет назад, см.

Графическая интерпретация динамических изменений среднеквадратического диаметра и среднепериодического текущего прироста по пятилетиям представлена на рисунках 43-50.

Несмотря на то что культуры произрастают в единых лесорастительных условиях, между экотипами наблюдаются существенные различия в темпах роста по среднеквадратическому диаметру. Судя по расхождению линий регрессии экотипов, отнесенных к разным пробным площадям, следует указать на высокую степень изменчивости среднего диаметра и его прироста в конкретном возрасте культур.

В культурах лиственницы сибирской наиболее интенсивный рост по среднему диаметру имеют экотипы из Тогучинского района Новосибирской области (ППП 27), Троицкого административного округа Москвы (ППП 36) и Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19). Низкими темпами роста отличаются культуры из Братского района Иркутской области (ППП 10), Ирбейского и Туруханского районов Красноярского края (ППП 33 и 30), а также Тарского района Омской области (ППП 3). Остальные экотипы занимают промежуточное положение (рисунок 43).

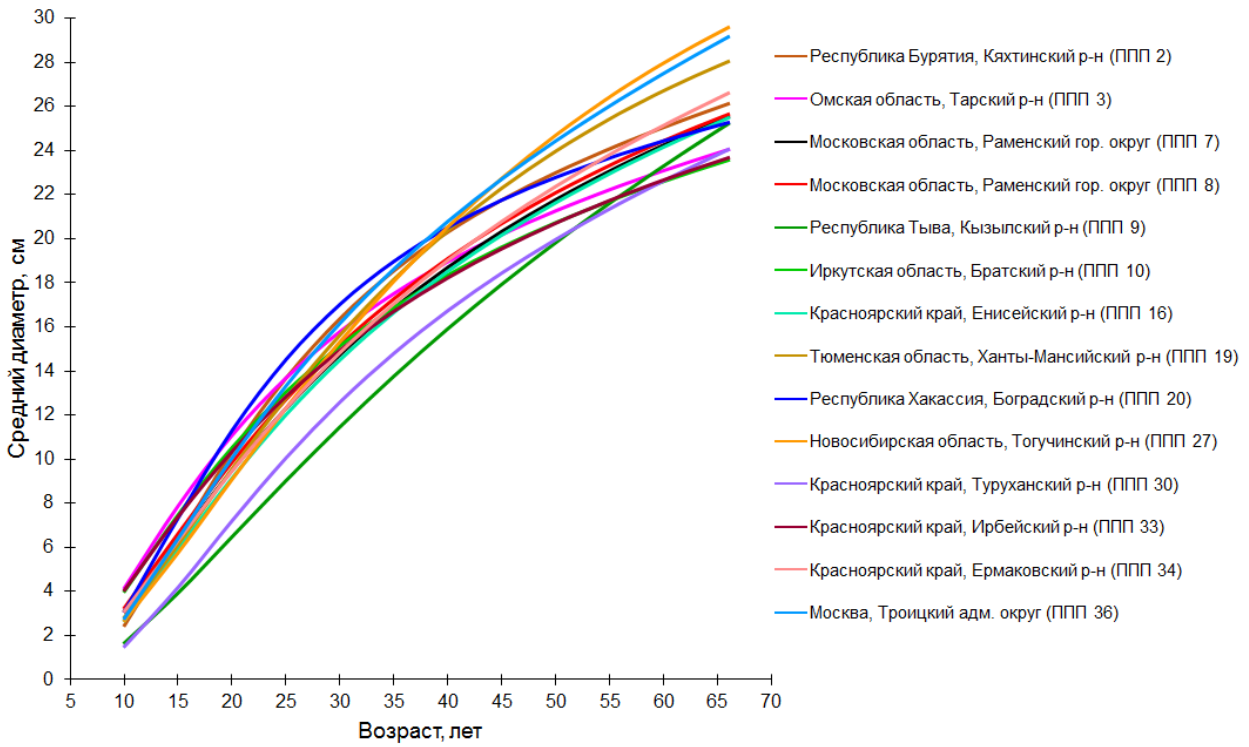


Рисунок 43 – Возрастная динамика среднеквадратического диаметра экотипов лиственницы сибирской

Кульминация текущего прироста зависит от географического происхождения лиственницы сибирской и наступила в возрасте 15-20 лет (рисунок 44). Максимальный прирост отмечен в культурах из Боградского района Республики Хакассии (ППП 20) в возрасте 15 лет – 0,85 см. Минимальным приростом на стадии кульминации характеризуются культуры из Кызылского района Республика Тыва (ППП 9) в 20 лет – 0,51 см. Наряду с вышесказанным следует отметить закономерное изменение крутизны кульминирующих кривых динамики текущего прироста. При этом важно указать тот факт, что чем раньше наступает кульминация прироста, тем быстрее происходит его последующее снижение с возрастом. Высокий прирост среднего диаметра после 30 лет отмечен в культурах из Тогучинского района Новосибирской области (ППП 27), после 55 лет – в культурах из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9).

Среди экотипов лиственницы Сукачёва высокие темпы роста по среднеквадратическому диаметру имеют культуры из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) и Сокольского района Нижегородской области

(ППП 39). Наименее интенсивным ростом характеризуются культуры из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14). Остальные экотипы занимают промежуточное положение и характеризуются средними темпами роста (рисунок 45).

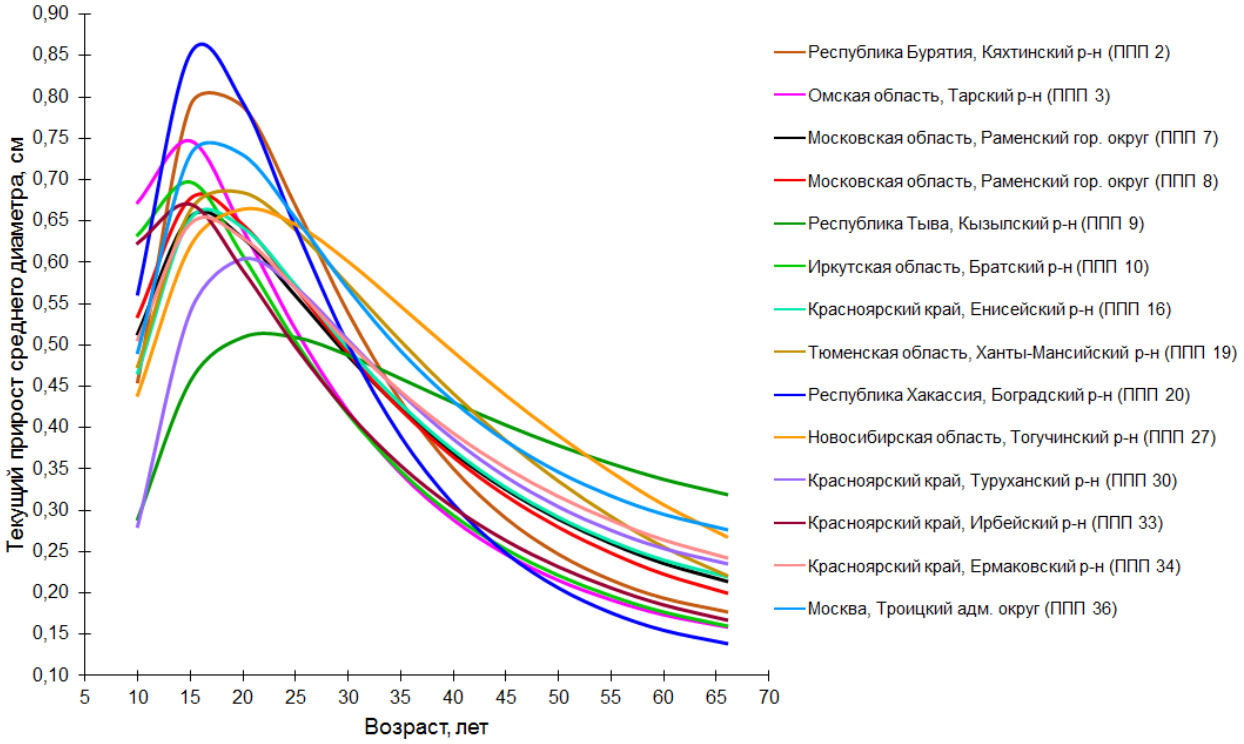


Рисунок 44 – Возрастная динамика текущего прироста среднего диаметра экотипов лиственницы сибирской

Кульминация текущего прироста в древостоях лиственницы Сукачёва наступила в возрасте 15-20 лет. Максимальным приростом отличаются культуры из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39) в возрасте 15 лет – 0,85 см. Минимальный прирост на стадии кульминации отмечен в культурах из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14) в возрасте 20 лет – 0,64 см. Культуры из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) характеризуются высоким приростом среднего диаметра после 30 лет (рисунок 46).

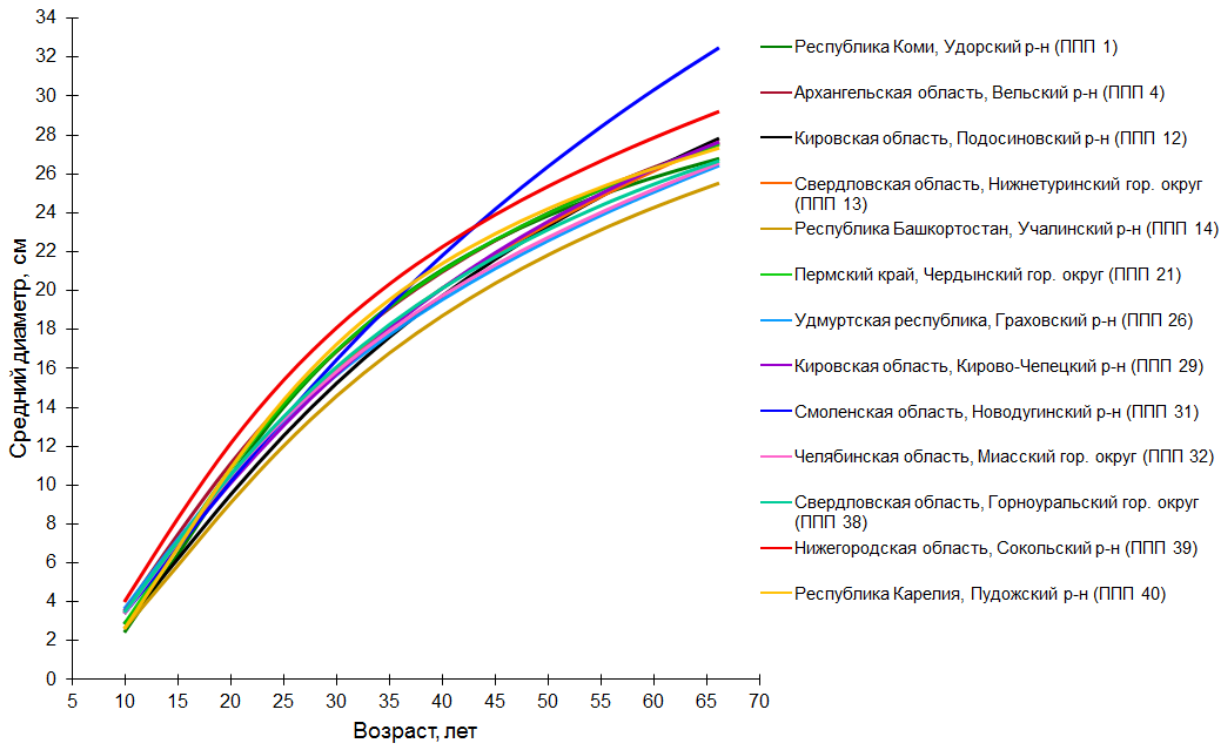


Рисунок 45 – Возрастная динамика среднеквадратического диаметра экотипов лиственницы Сукачёва

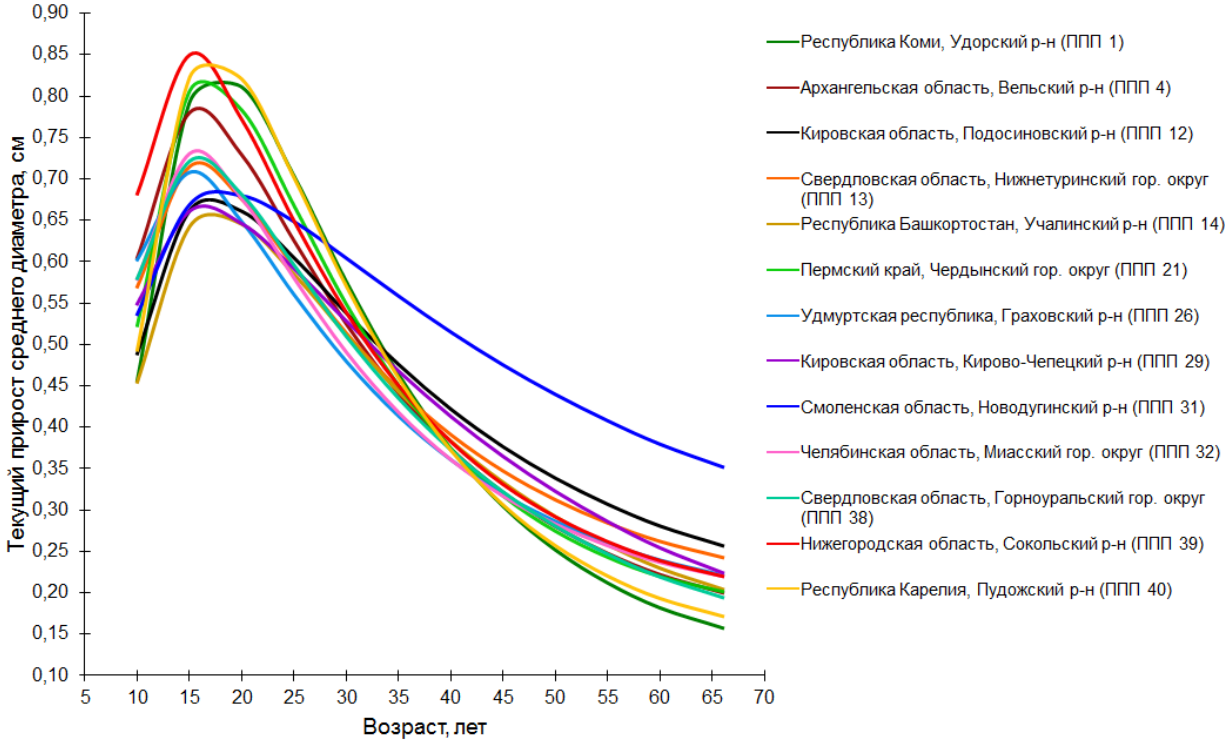


Рисунок 46 – Возрастная динамика текущего прироста среднего диаметра экотипов лиственницы Сукачёва

В культурах лиственницы европейской интенсивным ростом по средне-квадратическому диаметру отличаются экотипы из Галичского района Ивано-

Франковской области Украины (ППП 15) и Можайского городского округа Московской области (ППП 18). Наименее интенсивным ростом характеризуются культуры из Долинского района Ивано-Франковской области (ППП 17). Остальные экотипы из Московской области занимают промежуточное положение и обладают средними темпами роста (рисунок 47). Интенсивный рост культур на ППП 15 объясняется более редкой начальной густотой посадки (4000 шт./га).

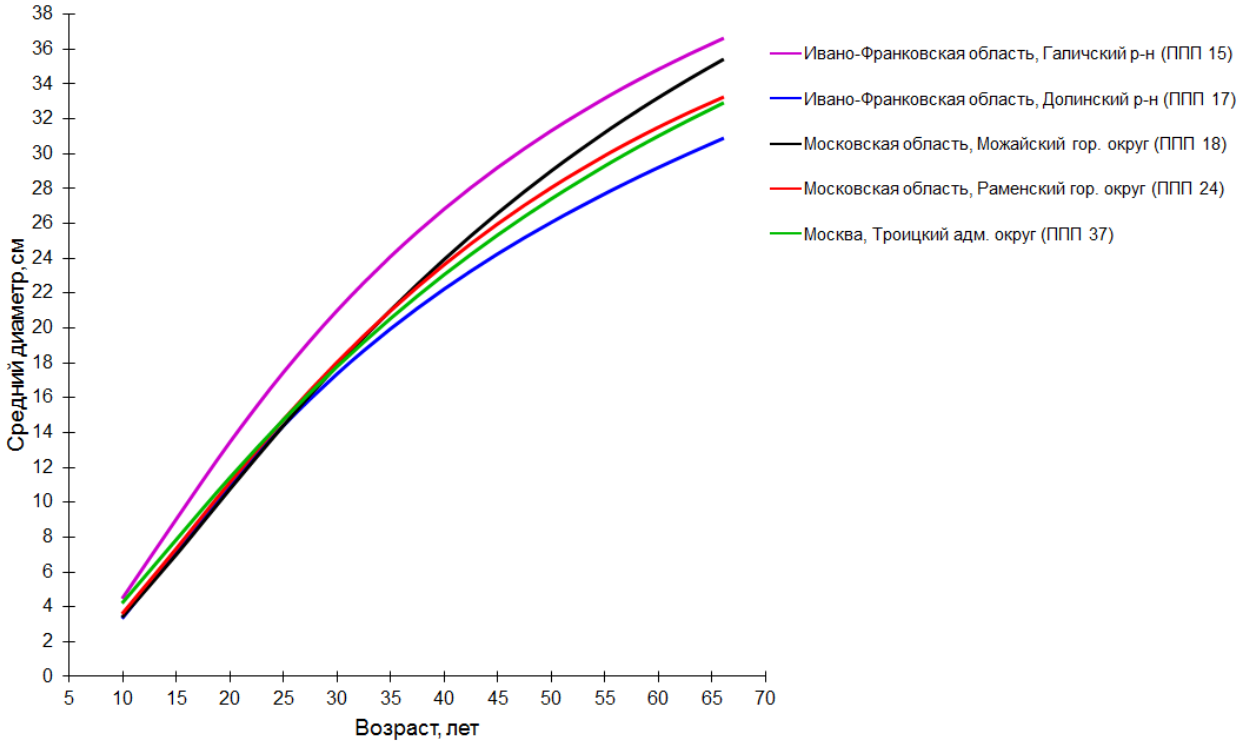


Рисунок 47 – Возрастная динамика среднеквадратического диаметра экотипов лиственницы европейской

Кульминация текущего прироста в древостоях лиственницы европейской наступила в 15-20 лет. Максимальный прирост отмечен в культурах из Галичского района Ивано-Франковской области (ППП 15) в возрасте 15 лет – 0,90 см. Минимальный прирост на стадии кульминации имеют культуры из Троицкого административного округа Москвы (ППП 37) в аналогичном возрасте – 0,72 см. Культуры из Можайского городского округа Московской области (ППП 18) отличаются высоким приростом среднего диаметра после 35 лет (рисунок 48).

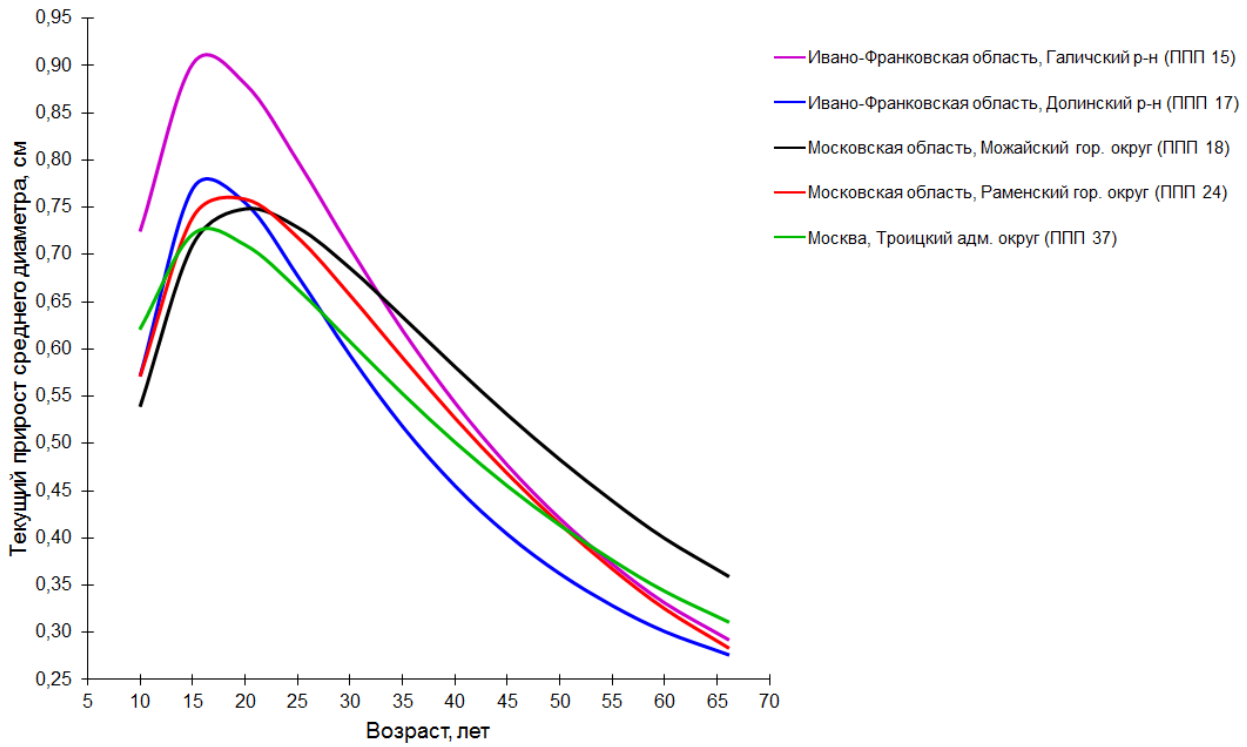


Рисунок 48 – Возрастная динамика текущего прироста среднего диаметра экотипов лиственницы европейской

Среди экотипов лиственницы даурской высокими темпами роста по среднеквадратическому диаметру характеризуются культуры из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35). Наименее интенсивный рост имеют культуры из Ленского района Республика Саха (Якутия) (ППП 28). Экотип из Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6) занимает промежуточное положение. На стадии молодняка древостой имел максимальные темпы роста, уступив после 55 лет экотипу на ППП 35 (рисунок 49).

Кульминация текущего прироста по среднему диаметру наступила в возрасте 20-25 лет. Максимальный прирост отмечен в культурах из Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6) в возрасте 20 лет – 0,64 см. Минимальный прирост на стадии кульминации – в культурах из Ленского района Республика Саха (Якутия) (ППП 28) в возрасте 25 лет – 0,53 см. Культуры из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35) отличаются высоким приростом среднего диаметра после 30 лет (рисунок 50).

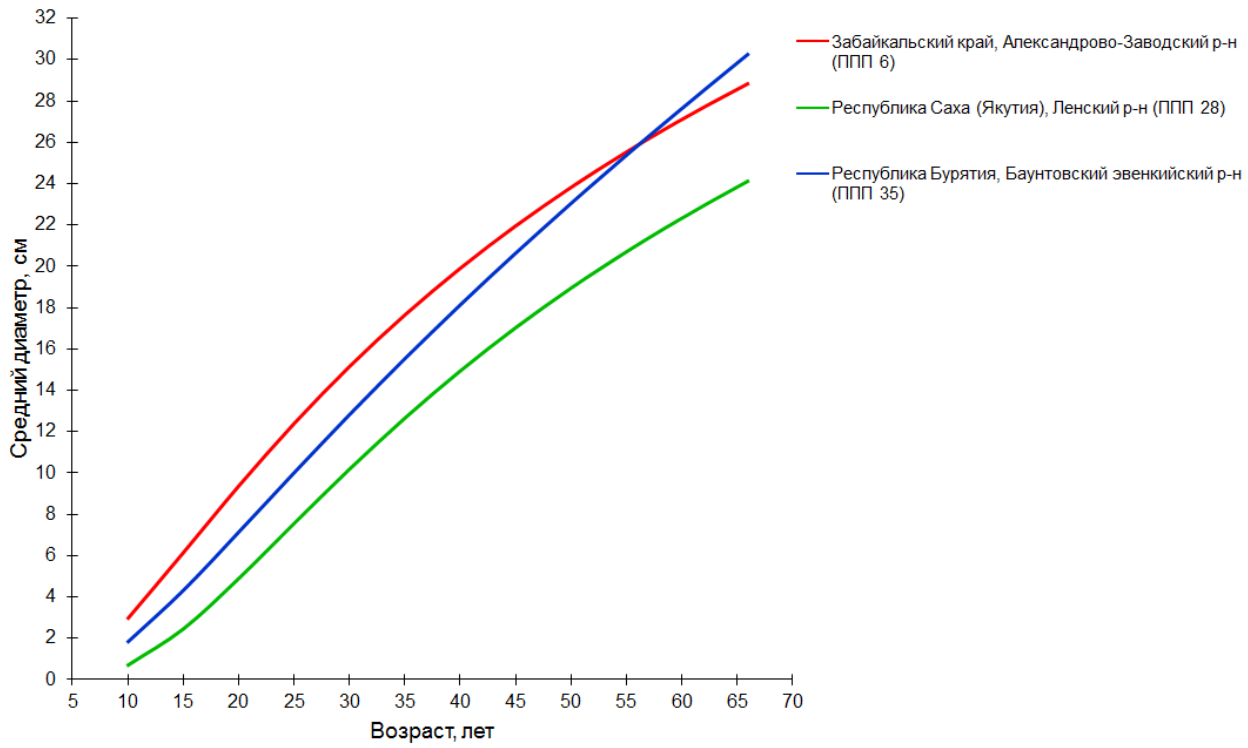


Рисунок 49 – Возрастная динамика среднеквадратического диаметра экотипов лиственницы даурской

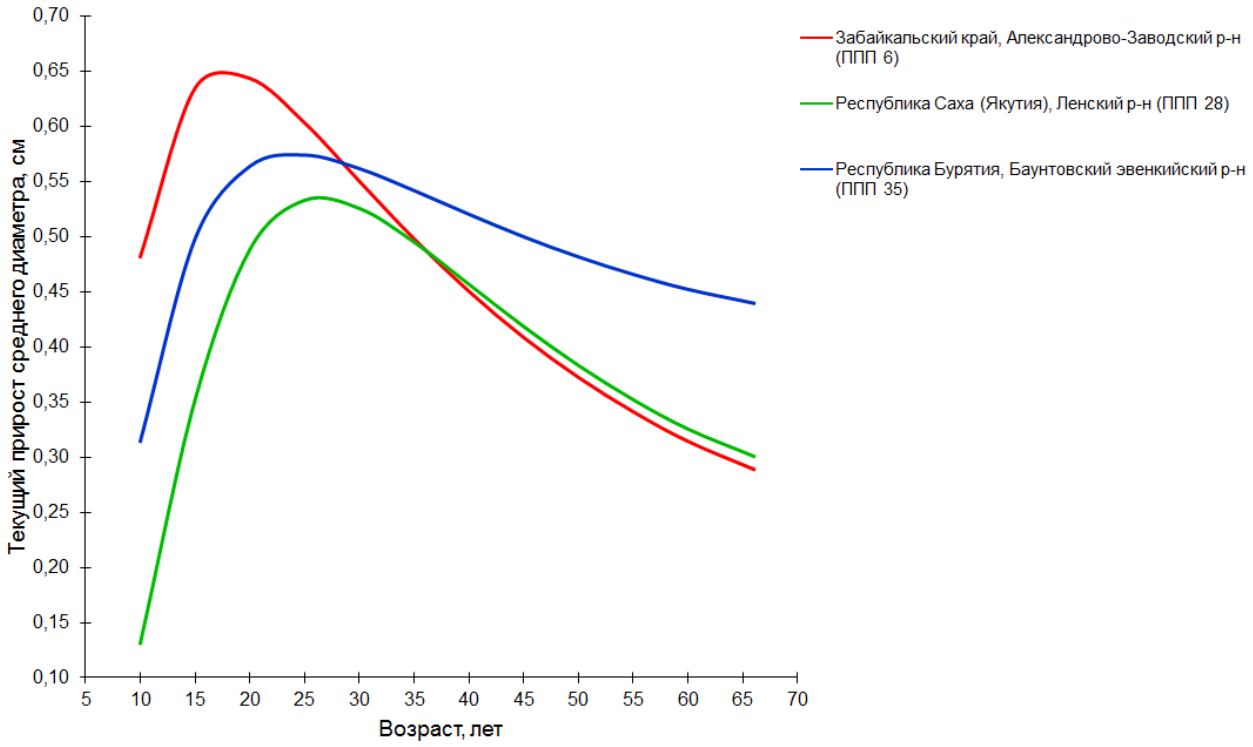


Рисунок 50 – Возрастная динамика текущего прироста среднего диаметра экотипов лиственницы даурской

Табличная интерпретация возрастной динамики среднего диаметра и других таксационных показателей чистых географических культур приводится в приложениии В.

Для выбора перспективных экотипов проведено их ранжирование по величине среднеквадратического диаметра в 66-летнем возрасте древостоев с указанием номера постоянной пробной площади (рисунок 51).

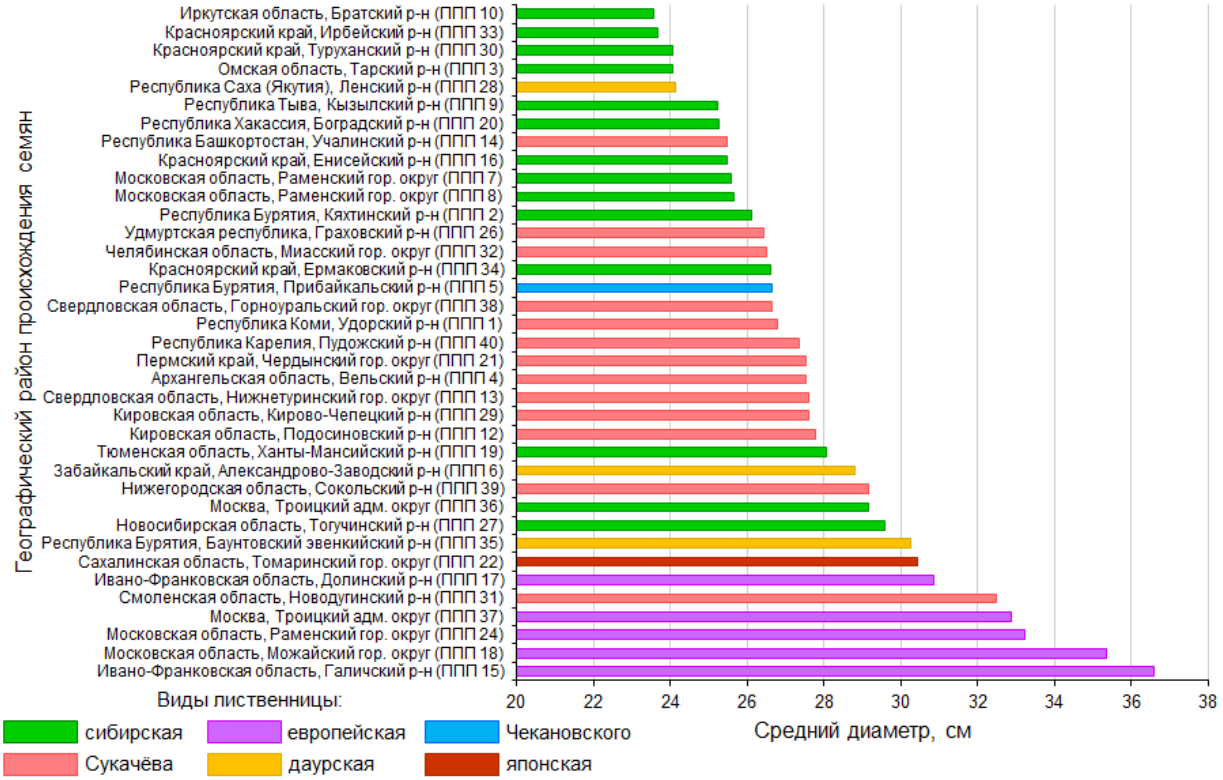


Рисунок 51 – Ранжирование экотипов по величине среднего диаметра в 66-летнем возрасте

Из 37 анализируемых экотипов наиболее высокими значениями среднего диаметра характеризовались культуры лиственницы европейской на ППП 15 (36,6 см), ППП 18 (35,4 см), ППП 24 (33,2 см) и ППП 37 (32,9 см), а также лиственница Сукачёва из Новодугинского района Смоленской области на ППП 31 (32,5 см). Среди культур лиственницы европейской наименьшее значение показателя имел экотип из Долинского района Ивано-Франковской области (ППП 17) – 30,9 см. От вышеперечисленных видов незначительно от-

стала лиственница японская (Кемпфера), представленная экотипом из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22), средний диаметр у этого дальневосточного экотипа составлял 30,4 см. В целом, культуры лиственницы Сукачёва, сибирской и даурской существенно уступают лиственницам европейской и японской (Кемпфера).

Возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений

Сумма площадей поперечных сечений древостоев является основным показателем, отражающим степень плотности стояния деревьев. Являясь комплексной переменной, она может иметь близкие значения при различном сочетании среднего диаметра и густоты древостоя.

Представленные в предыдущих разделах уравнения регрессии возрастной динамики среднеквадратического диаметра и числа деревьев позволили выявить закономерности возрастного изменения суммы площадей поперечных сечений культур разного географического происхождения. Оперируя вышеизложенными данными, по каждому экотипу лиственницы проведен расчет при помощи формулы:

$$\sum G = N \times \pi \times \left(\frac{D}{200}\right)^2, \qquad (4)$$

где:

$\sum G$ –сумма площадей поперечных сечений древостоя, м^2/га;

N – число деревьев в древостое, шт./га;

D – среднеквадратический диаметр древостоя, см.

Общеизвестно, что при определении суммы площадей поперечных сечений древостоя наиболее точные данные получают путем распределения деревьев по ступеням толщины. В нашем случае расчет производился на основе формулы 4, т.к. в архивных материалах Бронницкого лесничества отсутствовали перечетные ведомости. Значения рассматриваемого показателя через распределения по толщине получены нами на основе собственных перечетов

2010-2018 годов. Расхождения между ними и значениями показателя, полученными по формуле 4 составляют не более 3,8 %, что находится пределах точности определения показателя.

На рисунках 51-54 наглядно представлена возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений экотипов на постоянных пробных площадях. В течение роста культур значения показателя увеличиваются до возраста кульминации, затем снижаются вследствие изменения полноты в процессе интенсивного самоизреживания древостоя и снижения темпов роста среднего диаметра.

В культурах лиственницы сибирской наиболее интенсивный рост суммы площадей сечений отмечен у экотипов из Братского района Иркутсткой области (ППП 10) и Тарского района Омской области (ППП 3). Культуры вышеуказанных экотипов в 66-летнем возрасте имели абсолютную полноту 57,5 и 52,9 м^2/га. Стабильным ростом отличается экотип из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33). Абсолютная полнота древостоя в аналогичном возрасте составляла 46,9 м^2/га. Наименьшая интенсивность роста характерна для экотипов из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30). Абсолютная полнота 66-летних древостоев составляла 20 и 20,4 м^2/га. Следует отметить, что к настоящему времени естественная кульминация суммы площадей сечений наступила только у 6 из 14 экотипов (ППП 2, 9, 16, 19, 20 и 30). Возраст кульминации составляет от 45 до 55 лет. Вследствие частичного усыхания деревьев на ППП 27 естественная кульминация абсолютной полноты нарушена (рисунок 52).

Формирование патологического отпада в культурах вызвало резкое преждевременное снижение суммы площадей сечений большинства экотипов в период с 60 лет по 63 года. Наиболее существенное снижение абсолютной полноты отмечено в культурах из: Раменского городского округа Московской области (ППП 7 и 8) – на 8,7 и 9,6 м^2/га (19,2 и 18,9 %); Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19) – на 14,5 м^2/га (33,7 %); Ермаковского района Красноярского края (ППП 34) – на 8,1 м^2/га (16,6 %); Троицкого административного округа Москвы (ППП 36) – на 18,6 м^2/га (34,4 %).

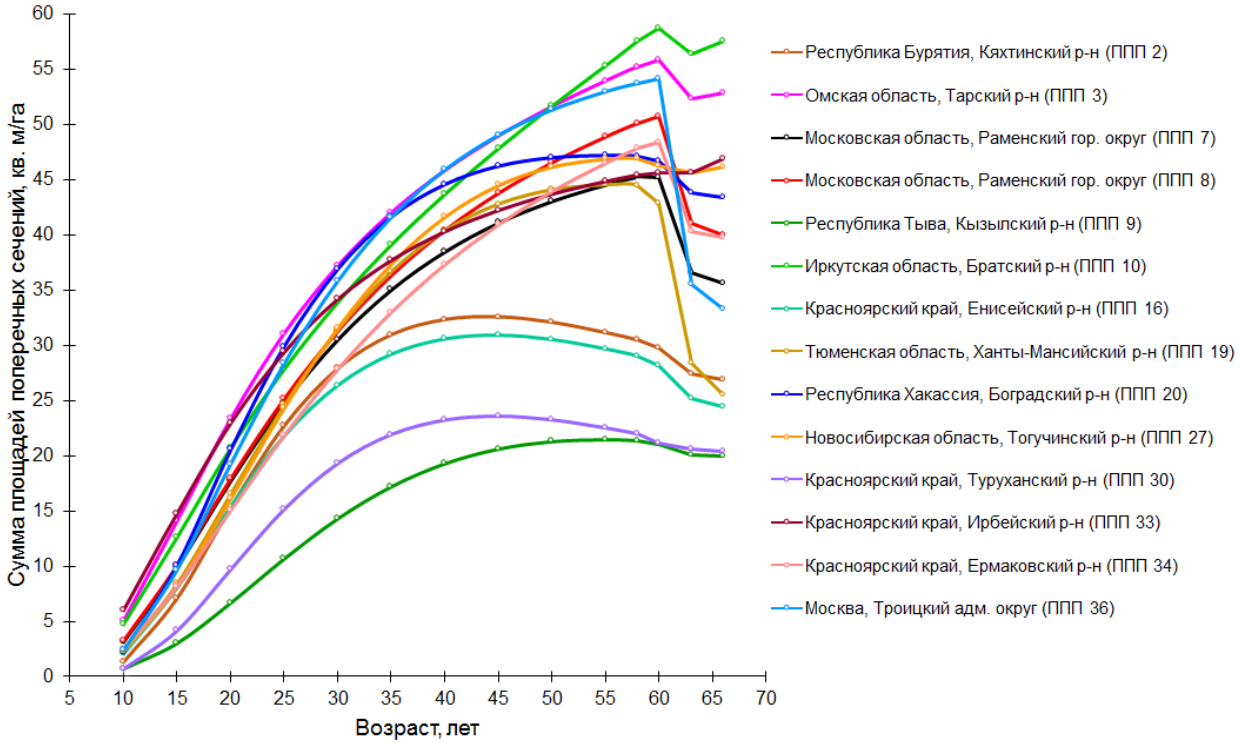


Рисунок 52 – Возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений экотипов лиственницы сибирской

В культурах лиственницы Сукачёва наиболее интенсивный рост суммы площадей сечений отмечен у экотипа из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39). В 66-летнем возрасте культуры имели абсолютную полноту 69,3 м^2/га. Стабильным ростом отличается экотип из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31). Абсолютная полнота древостоя в аналогичном возрасте составляла 65,3 м^2/га. Наименьшей интенсивностью роста отличаются экотипы из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14) и Горноуральского городского округа Свердловской области (ППП 38). Абсолютная полнота древостоев в 66 лет составляла 37,8 и 38,4 м^2/га. К настоящему времени кульминация суммы площадей сечений в возрасте 50-55 лет наступила только у 2 из 13 экотипов (ППП 1 и 38). В культурах на ППП 13 и 14 естественная кульминация нарушена в связи с развитием патологического отпада.

Резкое преждевременное снижение суммы площадей сечений в период с 60 лет по 63 года отмечено в культурах большинства экотипов, наиболее существенное снижение наблюдается в культурах из Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21) – на 18,7 м^2/га (28,3 %) (рисунок 53).

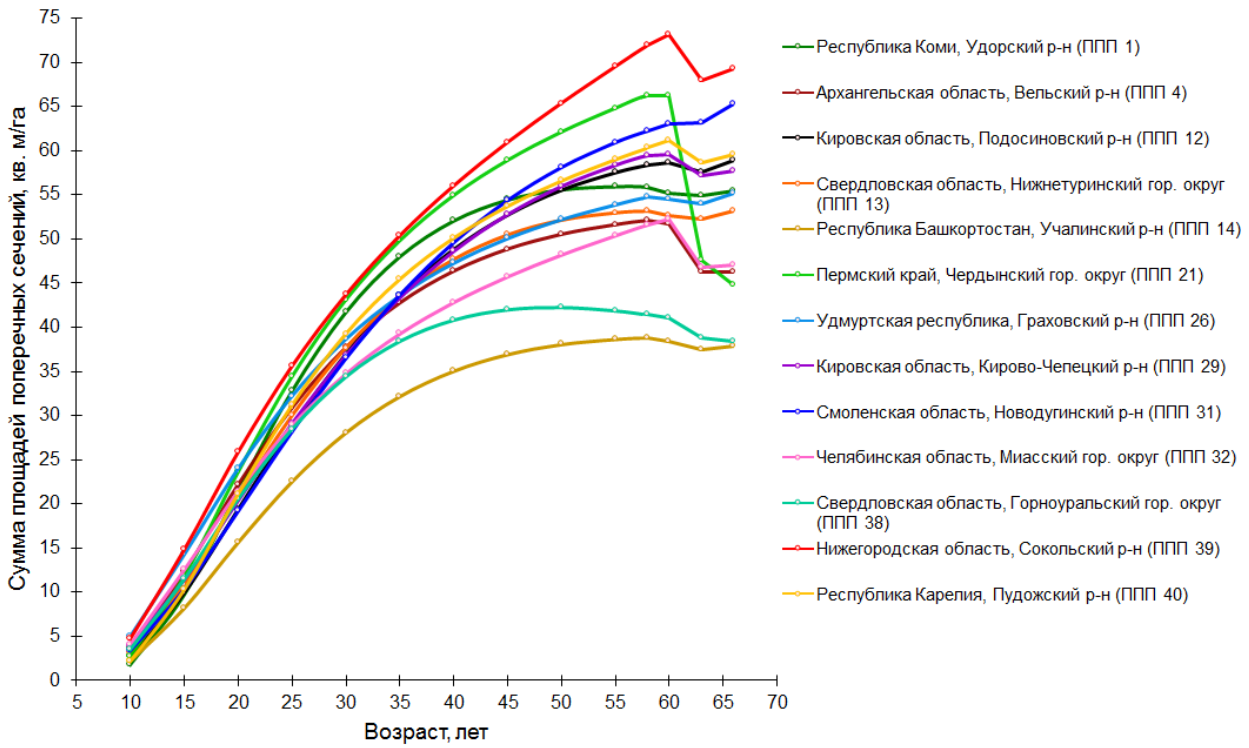


Рисунок 53 – Возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений экотипов лиственницы Сукачёва

Среди экотипов лиственницы европейской наиболее интенсивным ростом суммы площадей сечений в фазе приспевания отличаются культуры из Раменского городского округа Московской области (ППП 24). В 66-летнем возрасте экотип имел абсолютную полноту 92 м^2/га. Столь высокая полнота объясняется хорошей сохранностью культур, густота древостоя в аналогичном возрасте составляла 1061 шт./га при среднем диаметре 33,2 см. На стадиях молодняка и жердняка максимальными темпами роста отличались культуры из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), впоследствии уступив позиции экотипу на ППП 24. Наименьшие темпы роста имели культуры из Можайского городского круга Московской области (ППП 18). В возрасте 66 лет древостой имел абсолютную полноту 39,3 м^2/га. К настоящему времени кульминация суммы площадей сечений в возрасте 50-55 лет наступила только у двух из пяти экотипов (ППП 15 и 18). Естественная кульминация в культурах на ППП 37 нарушена в связи с развитием патологического отпада (рисунок 54).

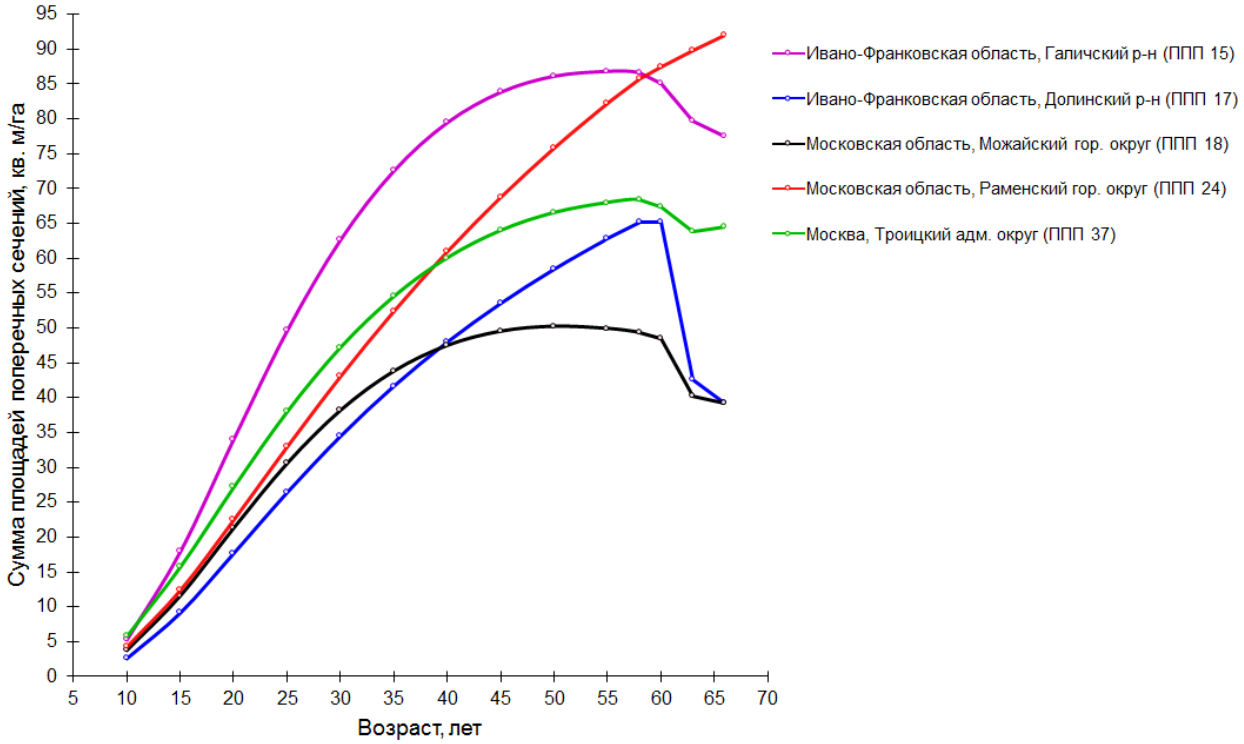


Рисунок 54 – Возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений экотипов лиственницы европейской

Преждевременное снижение суммы площадей сечений в период с 60 лет по 63 года отмечено в культурах 4 из 5 экотипов, наиболее существенный спад наблюдается в экотипе из Долинского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 17) – на 22,7 м^2/га (34,8 %).

Среди культур лиственницы даурской интенсивным ростом суммы площадей сечений характеризуется южный экотип из Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6). К 66 годам древостой имел абсолютную полноту 26,9 м^2/га. Наименьшую интенсивность роста и кульминацию в возрасте 45 лет имеют культуры из Ленского района Республики Саха (Якутия) (ППП 28). Древостой в возрасте 66 лет имел полноту 8,7 м^2/га и представлял собой редины. Экотип из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35) имел более высокое значение показателя (10,4 м^2/га) и кульминацию абсолютной полноты в возрасте 55 лет, но также, как и предыдущий экземпляр, представлен рединами (рисунок 55).

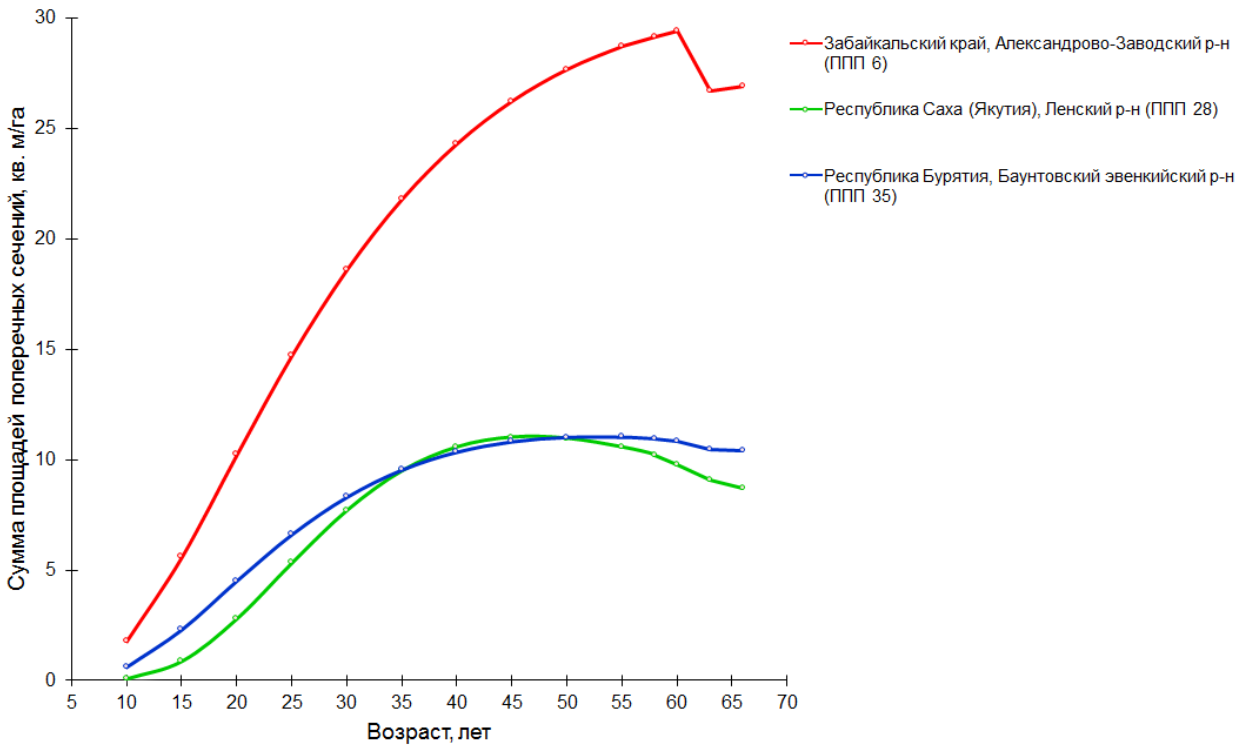


Рисунок 55 – Возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений экотипов лиственницы даурской

Преждевременное снижение суммы площадей сечений в период с 60 лет по 63 года отмечено в культурах всех экотипов, существенный спад наблюдается в экотипе из Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6) – на 2,7 м^2/га (9,2 %).

Единственный экземпляр лиственницы Чекановского из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5) характеризовался высокими темпами роста по сумме площадей сечений, но после 60 лет полнота культур снизилась на 8,3 м^2/га (17,3 %) вследствие развития патологического отпада, и к 66 годам древостой имел полноту 39,1 м^2/га. Экотип лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского городского круга Сахалинской области (ППП 22) также отличался интенсивным ростом, но пострадал от климатических аномалий 2010 и 2013 годов, после которых полнота древостоя снизилась на 13,5 м^2/га (15,7 %). Тем не менее, в возрасте 66 лет культуры имели высокую полноту – 69,2 м^2/га.

Из представленных 6 видов и 37 экотипов лиственницы в 2018 году наиболее высокополнотными являлись древостои лиственницы европейской

из Раменского городского округа Московской области (ППП 24) – 92 м^2/га, из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) – 77,5 м^2/га и Троицкого административного округа Москвы (ППП 37) – 64,5 м^2/га; древостои лиственницы Сукачёва из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39) – 69,3 м^2/га и Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) – 65,3 м^2/га, а также древостой лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22) – 69,2 м^2/га.

Абсолютная полнота большинства экотипов лиственницы Сукачёва в 66-летнем возрасте находились в диапазоне значений от 44,7 до 59,6 м^2/га. Высокополнотные древостои лиственницы сибирской аналогичного возраста получены из семян, собранных в Братском районе Иркутской области (ППП 10) – 57,5 м^2/га, Тарском районе Омской области (ППП 3) – 52,9 м^2/га, Ирбейском районе Красноярского края (ППП 33) – 46,9 м^2/га и Тогучинском районе Новосибирской области (ППП 27) – 46,2 м^2/га. Остальные экотипы лиственниц сибирской, Сукачёва (ППП 14 и 38), Чекановского и даурской имели меньшую полноту – от 8,7 до 43,4 м^2/га.

Возрастная динамика средней высоты

При моделировании возрастной динамики средней высоты географических культур лиственницы использовались архивные материалы и полевые данные, собранные нами в процессе таксации культур на постоянных пробных площадях в 2010-2015 годах. Архивные материалы представлены сведениями о средней высоте древостоев, полученными в результате ежегодного обмера деревьев в контрольных рядах культур каждого экотипа лиственницы в период с 1954 по 1976 год. Средняя высота древостоев в 2010-2015 годах определена по графикам высот, построенным по 20-30 учетным деревьям, охватывающим размах варьирования толщины деревьев.

Для определения средней высоты экотипов в 2019 году использовались материалы дистанционного зондирования земли. На снимках культур разного

географического происхождения проложены П-образные ходовые линии, по которым получен полигон, отражающий высоты деревьев, находящихся на ходовых линиях. Ходовые линии проложены в центральных рядах культур во избежание попадания на опушечные деревья, просеки и дороги. На следующем этапе работы по каждому экотипу с полигона сняты высоты самых крупных растущих деревьев в количестве 100 шт./га и произведен расчет верхних высот экотипов.

Для расчета средней высоты культур разного географического происхождения применялось уравнение множественной регрессии, относящееся к лиственничным древостоям (5), в качестве независимых переменных в котором использовались верхняя высота и возраст культур:

$$H_{ср} = \exp \times (-1{,}56420 \times Ln H_{верх} + 1{,}19551 \times Ln^2 H_{верх} - 0{,}21736 \times Ln^3 H_{верх} + 0{,}01338 \times Ln^4 H_{верх} + 1{,}69372 \times Ln A - 0{,}75000 \times Ln^2 A + 0{,}14944 \times Ln^3 A - 0{,}01089 \times Ln^4 A); \quad (5)$$

$$R^2 = 0{,}999;\ S_y = \pm 0{,}01;\ t_p > t_{05} = 1{,}98.$$

Значения коэффициента детерминации и ошибки уравнения, а также значимость численных коэффициентов указывают на высокую надежность и адекватность применяемого уравнения.

Методикой работ предусмотрено применение методов вариационной статистики. Моделирование возрастной динамики экотипов лиственницы требует достоверно определенных значений средней высоты в разном возрасте древостоев. В таблице 20 приведены значения статистических показателей, характеризующих выборки по высоте деревьев в 67-летних культурах.

Статистический анализ данных, собранных с полигонов на постоянных пробных площадях в 2019 году, позволил оценить достоверность статистических показателей выборок высот деревьев по каждому экотипу лиственницы. Средняя величина (H) находится в диапазоне значений от 21,7 до 32,6 м, ошибка ($\pm m_H$) – от 0,26 до 0,7 м, стандартное отклонение (σ) – от 1,4 до 3,9 м, ошибка ($\pm m_\sigma$) – от 0,18 до 0,5 м, коэффициент вариации (V) – от 5,3 до 15,2 %, ошибка ($\pm m_V$) – от 0,04 до 0,3 %, коэффициент дифференциации (V_d) – от 36,8 до 76,6 %,

ошибка ($\pm m_{Vd}$) – от 1,75 до 7,57 %, точность определения средней величины (P) – от ±1 до ±2,8 %, ошибка ($\pm m_p$) – от 0,01 до 0,05 %. Достоверность вышеуказанных показателей как отношение показателя к ошибке во всех случаях превышает критическую величину (t > 3), что свидетельствует о надежности полевых данных для построения регрессий возрастной динамики средней высоты культур лиственницы разного географического происхождения.

Таблица 20 – Статистические показатели выборок по высоте деревьев экотипов лиственницы

№ ПП	География происхождения семян	Статистические показатели					
		$H \pm m_H$ (м)	$\sigma \pm m_\sigma$ (м)	$V \pm m_V$ (%)	$V_d \pm m_{Vd}$ (%)	$P \pm m_P$ (%)	$ДИГС_{0,95}$ (м)
Лиственница сибирская							
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	25,8±0,49	2,7±0,35	10,4±0,14	71,8±6,66	1,9±0,03	24,9 – 26,8
3	Омская область, Тарский р-н	29,5±0,51	2,8±0,36	9,4±0,11	60,0±4,65	1,7±0,02	28,5 – 30,5
7	Московская область, Раменский гор. округ	24,8±0,59	3,3±0,42	13,1±0,22	68,4±6,05	2,4±0,04	23,6 – 25,9
8	Московская область, Раменский гор. округ	25,5±0,70	3,9±0,50	15,1±0,30	73,3±6,94	2,8±0,05	24,1 – 26,8
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	22,7±0,63	3,5±0,45	15,2±0,30	69,2±6,18	2,8±0,05	21,5 – 23,9
10	Иркутская область, Братский р-н	26,5±0,55	3,0±0,39	11,4±0,17	42,4±2,33	2,1±0,03	25,5 – 27,6
16	Красноярский край, Енисейский р-н	27,0±0,52	2,8±0,37	10,5±0,14	58,2±4,37	1,9±0,03	26,0 – 28,0
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	26,5±0,46	2,5±0,32	9,4±0,11	74,3±7,12	1,7±0,02	25,6 – 27,4
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	24,0±0,31	1,7±0,22	7,1±0,06	62,9±5,11	1,3±0,01	23,4 – 24,6
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	26,0±0,48	2,6±0,34	10,1±0,13	45,1±2,63	1,8±0,02	25,1 – 26,9
30	Красноярский край, Туруханский р-н	25,3±0,52	2,8±0,37	11,3±0,16	69,3±6,20	2,1±0,03	24,3 – 26,3
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	27,7±0,44	2,4±0,31	8,6±0,10	37,4±1,81	1,6±0,02	26,8 – 28,5
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	26,6±0,64	3,5±0,45	13,1±0,22	57,2±4,23	2,4±0,04	25,3 – 27,8
36	Москва, Троицкий адм. округ	26,2±0,51	2,8±0,36	10,6±0,14	60,4±4,71	1,9±0,03	25,2 – 27,2
Лиственница Сукачёва							
1	Республика Коми, Удорский р-н	27,8±0,29	1,6±0,21	5,8±0,04	51,4±3,41	1,1±0,01	27,2 – 28,4
4	Архангельская область, Вельский р-н	28,9±0,41	2,2±0,29	7,7±0,08	49,3±3,14	1,4±0,01	28,1 – 29,7
12	Кировская область, Подосиновский р-н	28,4±0,29	1,6±0,21	5,7±0,04	62,3±5,02	1,0±0,01	27,8 – 29,0
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	28,5±0,34	1,9±0,24	6,5±0,05	54,2±3,80	1,2±0,01	27,9 – 29,2
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	25,0±0,43	2,3±0,30	9,3±0,11	76,6±7,57	1,7±0,02	24,2 – 25,9
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	27,3±0,26	1,4±0,19	5,3±0,04	75,8±7,43	1,0±0,01	26,8 – 27,8
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	26,9±0,38	2,1±0,27	7,7±0,08	52,9±3,62	1,4±0,01	26,2 – 27,7
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	27,8±0,60	3,3±0,42	11,8±0,18	61,7±4,91	2,2±0,03	26,6 – 29,0
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	30,1±0,43	2,4±0,31	7,9±0,08	75,1±7,28	1,4±0,01	29,2 – 30,9
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	25,6±0,26	1,4±0,18	5,6±0,04	52,9±3,61	1,0±0,01	25,1 – 26,1
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	27,2±0,36	2,0±0,25	7,2±0,07	64,5±5,37	1,3±0,01	26,5 – 27,9
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	28,3±0,43	2,4±0,30	8,3±0,09	71,6±6,62	1,5±0,02	27,4 – 29,1
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	25,6±0,30	1,7±0,21	6,5±0,05	60,6±4,74	1,2±0,01	25,1 – 26,2
Лиственница европейская							
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	32,6±0,35	1,9±0,25	5,9±0,05	50,9±3,34	1,1±0,01	31,9 – 33,3
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	30,9±0,66	3,6±0,46	11,6±0,17	61,3±4,86	2,1±0,03	29,6 – 32,1
18	Московская область, Можайский гор. округ	29,2±0,57	3,1±0,40	10,6±0,15	63,6±5,22	1,9±0,03	28,1 – 30,3
24	Московская область, Раменский гор. округ	31,4±0,36	2,0±0,26	6,3±0,05	36,8±1,75	1,2±0,01	30,7 – 32,1
37	Москва, Троицкий адм. округ	31,9±0,32	1,8±0,23	5,5±0,04	55,7±4,01	1,0±0,01	31,3 – 32,5
Лиственница даурская							
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	22,8±0,62	3,4±0,44	14,9±0,29	73,9±7,05	2,7±0,05	21,6 – 24,0
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	21,7±0,54	3,0±0,38	13,6±0,24	67,2±5,83	2,5±0,04	20,6 – 22,8
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	23,4±0,65	3,5±0,46	15,2±0,30	68,7±6,10	2,8±0,05	22,1 – 24,6
Лиственница Чекановского							
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	25,7±0,49	2,7±0,34	10,4±0,14	56,5±4,13	1,9±0,03	24,8 – 26,7
Лиственница японская							
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	30,4±0,62	3,4±0,44	11,2±0,16	66,2±5,66	2,1±0,03	29,1 – 31,6

Наряду с вышесказанным оценен доверительный интервал для генеральной средней (ДИГС$_{0,95}$) 67-летних культур, характеризуемый предельными значениями средней величины на втором пороговом уровне доверительной вероятности и находящийся в пределах 1-3 метров при точности определения до ±2,8 %.

Аналогичные расчеты проведены для выборок по данным 2010-2015 годов. Надежность данных не вызывает сомнений, т.к. число наблюдений в предшествующих годах превышает объём выборки в 2019 году.

Возрастная динамика экотипов оценивалась и сравнивалась по линиям регрессии, отвечающим требованиям, предъявляемым к ростовым функциям. Моделирование возрастной динамики средней высоты географических культур по данным постоянных пробных площадей проведено на основе уравнения ростовой функции Корсуня-Бакмана (6), параметры которого приведены в таблице 21.

$$H = \exp\times(a_0+a_1\times LnA+a_2\times Ln^2A), \qquad (6)$$

где:

H – средняя высота древостоя, см;

A – возраст, лет;

a_i – численные коэффициенты уравнения.

Таблица 21 – Параметры регрессионных уравнений возрастной динамики средней высоты экотипов

№ ППП	География происхождения семян	Параметры уравнения H				
		a_0	a_1	a_2	R^2	SE
Лиственница сибирская						
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	-4,6094	3,3135	-0,3454	0,997	7,1
3	Омская область, Тарский р-н	-3,2087	2,7439	-0,2805	0,996	7,6
7	Московская область, Раменский гор. округ	-3,9605	3,1161	-0,3356	0,997	7,2
8	Московская область, Раменский гор. округ	-3,8733	3,0573	-0,3242	0,997	7,2
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	-3,7785	2,4602	-0,1966	0,995	7,3
10	Иркутская область, Братский р-н	-3,4020	2,8956	-0,3112	0,995	8,3
16	Красноярский край, Енисейский р-н	-4,7713	3,5059	-0,3783	0,995	10,1
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	-4,3497	3,2161	-0,3343	0,999	3,3
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	-4,3703	3,2611	-0,3520	0,997	8,0
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	-4,3107	3,2075	-0,3358	0,997	6,2
30	Красноярский край, Туруханский р-н	-4,9403	3,1909	-0,2980	0,998	3,9
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	-3,2870	2,9532	-0,3302	0,997	6,7
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	-4,1082	3,2260	-0,3483	0,997	7,8
36	Москва, Троицкий адм. округ	-4,5636	3,3979	-0,3669	0,997	8,2

№ ППП	География происхождения семян	Параметры уравнения Н				
		a_0	a_1	a_2	R^2	SE
Лиственница Сукачёва						
1	Республика Коми, Удорский р-н	-4,6252	3,2965	-0,3368	0,998	5,3
4	Архангельская область, Вельский р-н	-3,8707	2,9951	-0,3047	0,998	5,8
12	Кировская область, Подосиновский р-н	-4,0452	3,0390	-0,3072	0,998	4,9
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	-3,7636	2,9699	-0,3061	0,996	7,9
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	-4,6928	3,3980	-0,3630	0,998	5,2
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	-4,4250	3,2042	-0,3276	0,999	4,5
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	-3,8670	3,0661	-0,3263	0,999	4,9
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	-3,7688	3,0220	-0,3167	0,996	8,7
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	-3,6679	2,9282	-0,2977	0,998	4,7
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	-3,8761	3,0456	-0,3253	0,997	7,4
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	-3,8670	3,1144	-0,3367	0,992	11,8
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	-4,0165	3,2963	-0,3686	0,994	10,3
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	-4,8299	3,4955	-0,3773	0,995	10,1
Лиственница европейская						
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	-3,6252	3,0444	-0,3239	0,992	12,0
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	-4,0934	3,1419	-0,3211	0,996	7,4
18	Московская область, Можайский гор. округ	-3,7073	2,9370	-0,2983	0,998	6,0
24	Московская область, Раменский гор. округ	-4,0607	3,2291	-0,3451	0,998	5,9
37	Москва, Троицкий адм. округ	-3,3003	2,8997	-0,3093	0,999	3,5
Лиственница даурская						
6	Забайкальский край, Александрово-Заводск. р-н	-3,7987	2,8352	-0,2830	0,994	7,5
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	-4,4179	2,5795	-0,1923	0,983	13,8
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	-4,4602	3,0903	-0,3048	0,997	4,4
Лиственница Чекановского						
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	-4,8205	3,4242	-0,3590	0,999	3,8
Лиственница японская						
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	-3,7019	2,9572	-0,3005	0,999	4,2

Значения коэффициента детерминации (R^2=0,983÷0,999) и ошибок уравнений (SE=±3,3÷13,8 м) указывают на высокую степень соответствия полученных регрессий исходным данным и надежность статистического описания закономерностей роста экотипов в условиях Бронницкого лесничества.

На основе разработанных регрессий по каждому виду лиственницы получены кривые возрастной динамики средней высоты экотипов. Детальную оценку темпов роста экотипов можно получить, анализируя и сравнивая кривые возрастной динамики среднепериодического текущего прироста по средней высоте (Z_H), полученные на основе формулы:

$$Z_H = \frac{(H_A - H_{A-N})}{N}, \qquad (7)$$

где:

Z_H – среднепериодический текущий прирост, см;

H_A – средняя высота древостоя в возрасте А, см;

H_{A-N} – средняя высота древостоя N лет назад, см.

Графическая интерпретация возрастного изменения средней высоты и среднепериодического текущего прироста экотипов по пятилетиям представлена на рисунках 55-62.

В культурах лиственницы сибирской наиболее интенсивный рост по средней высоте отмечен у экотипа из Тарского района Омской области (ППП 3). В период с 5 до 45 лет высокими темпами роста отличались культуры из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33), уступив впоследствии омскому экотипу. На второй позиции по рассматриваемому таксационному показателю в возрасте 66 лет находились культуры из Ермаковского района Красноярского края (ППП 34). На стадии молодняка высокие темпы роста имели культуры из Братского района Иркутской области (ППП 10). Наименее интенсивный рост имеют культуры из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30). Остальные экотипы занимают промежуточное положение и характеризуются средними темпами роста. После 30 лет существенно снизилась интенсивность роста культур из Боградского района Республики Хакассии (ППП 20) (рисунок 56).

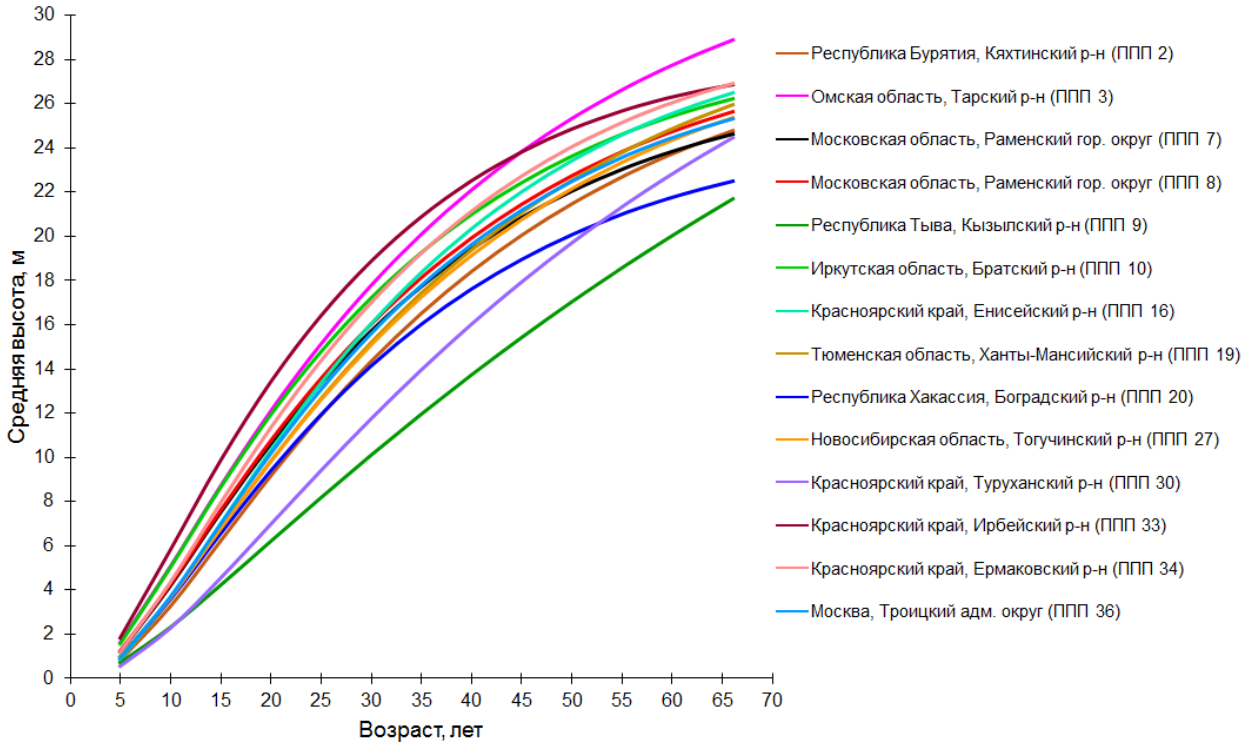


Рисунок 56 – Возрастная динамика средней высоты экотипов лиственницы сибирской

Кульминация текущего прироста средней высоты в древостоях лиственницы сибирской наступила в возрасте 15-20 лет (рисунок 57). Максимальный прирост отмечен в культурах из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33) в возрасте 15 лет – 0,81 м. Высокий прирост на стадии кульминации имели 15-летние культуры из Тарского района Омской области (ППП 3), Братского района Иркутской области (ППП 10) и Ермаковского района Красноярского края (ППП 34) – 0,72-0,73 м. Минимальный прирост на момент кульминации отмечен в 20-летних культурах из Кызылского района Республики Тыва – 0,4 м. Если судить по кульминирующим линиям текущего прироста, становится очевидно, что чем раньше наступает максимум прироста средней высоты, тем быстрее идет его снижение по мере увеличения возраста культур. Экотипы из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30) имеют интенсивный прирост средней высоты после 40-45 лет.

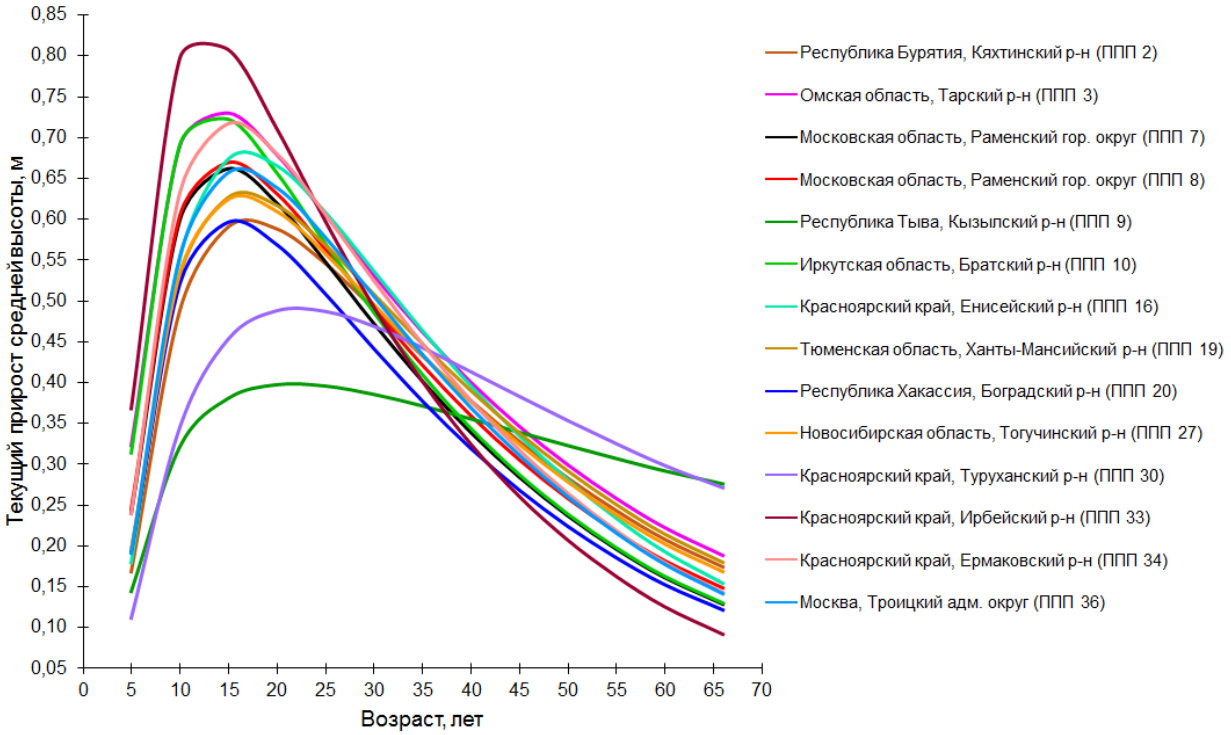


Рисунок 57 – Возрастная динамика текущего прироста средней высоты экотипов лиственницы сибирской

Среди экотипов лиственницы Сукачёва интенсивные темпы роста имеют культуры из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31),

Кирово-Чепецкого района Кировской области (ППП 29) и Вельского района Архангельской области (ППП 4). Наиболее интенсивный рост в период с 5 по 50 лет имел экотип из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39), уступив в фазе приспевания культурам из Смоленской области. Наименьшие значения показателя в фазе приспевания имеют экотипы из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14), Миасского городского округа Челябинской области (ППП 32) и Пудожского района Республики Карелии (ППП 40). Остальные 7 экотипов занимают промежуточное положение и характеризуются средней интенсивностью роста. На стадии молодняка культуры лиственницы Сукачёва имели достаточно однородный рост. Наиболее ощутимая дифференциация экотипов наблюдается после 30 лет (рисунок 58).

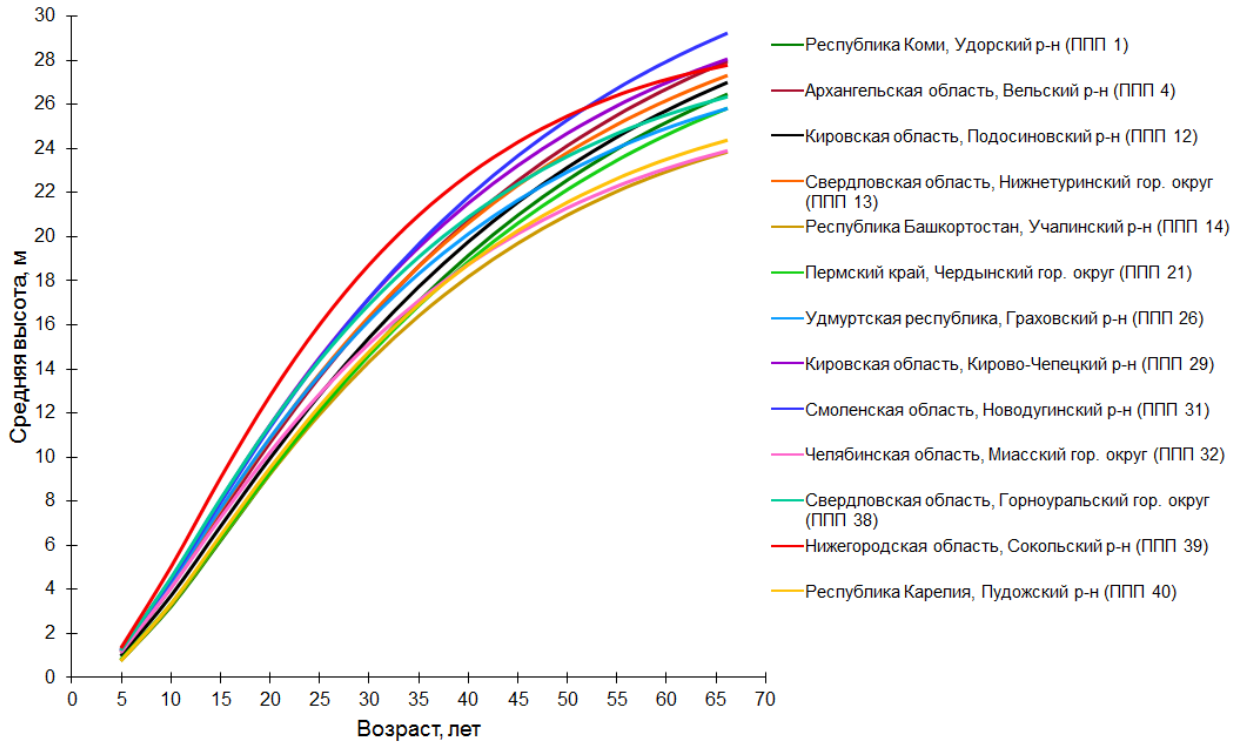


Рисунок 58 – Возрастная динамика средней высоты экотипов лиственницы Сукачёва

Кульминация текущего прироста средней высоты у большинства экотипов наступила в 15-летнем возрасте, за исключением культур из Удорского района Республики Коми (ППП 1), отличающихся сравнительно медленным, но стабильным ростом с кульминацией в 20-летнем возрасте (рисунок 59).

Максимальный прирост имели культуры из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39) в возрасте 15 лет – 0,81 м. Высокий прирост на стадии кульминации отмечен также в 15-летних культурах из Кирово-Чепецкого района Кировской области (ППП 29), Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) и Горноуральского городского округа Свердловской области (ППП 38) – 0,71-0,72 м. Наименьшими значениями показателя на момент кульминации характеризовались культуры из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14) и Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21) – 0,6 м. Необходимо отметить, что низкие значения показателя в культурах указанного географического происхождения могут быть отчасти вызваны соседством с высокопродуктивными древостоями лиственницы европейской и японской (Кемпфера) на пробных площадях 15 и 22, опережающих и подавляющих рост деревьев в последних рядах рассматриваемых экотипов. Угнетённые деревья имеют меньшую высоту, чем растущие в первых рядах культур. Следствием угнетения деревьев является также повышенный отпад в последних рядах.

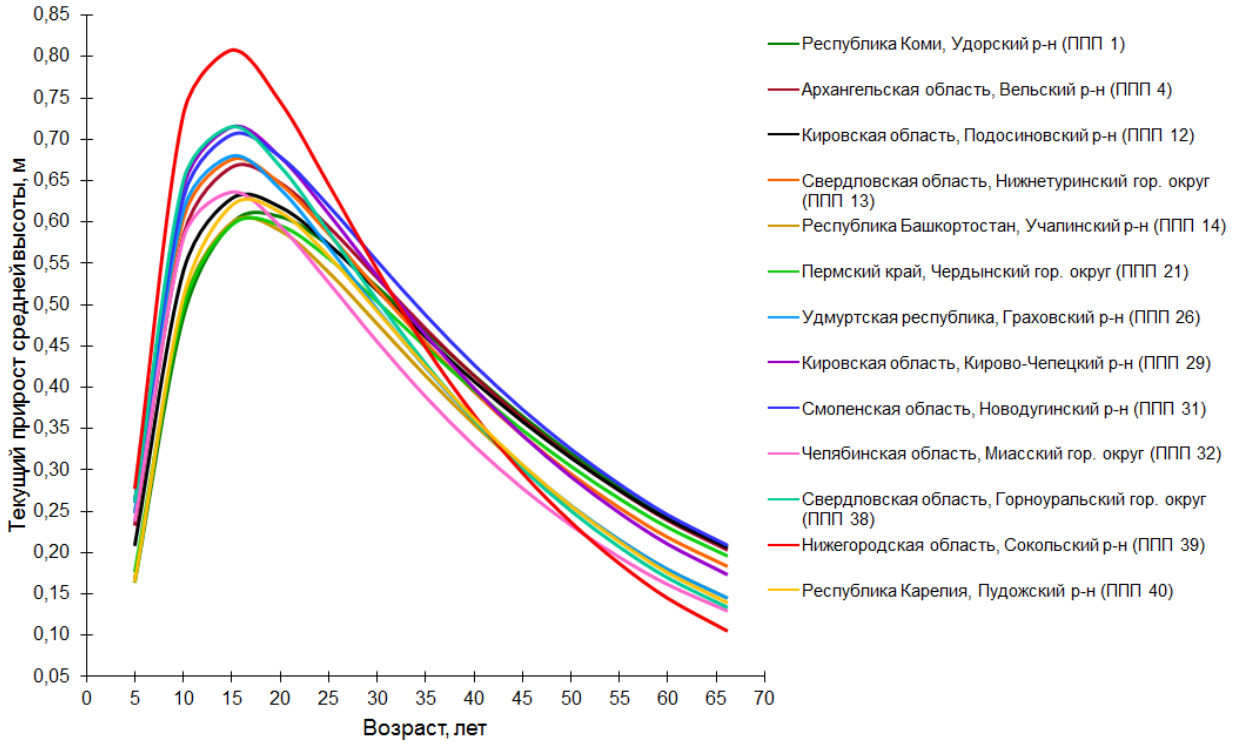


Рисунок 59 – Возрастная динамика текущего прироста средней высоты экотипов лиственницы Сукачёва

Среди культур лиственницы европейской наиболее интенсивный ростом характеризуются экотипы первого поколения из Ивано-Франковской области Украины (ППП 15 и 17), максимальными значениями показателя в процессе роста отличаются культуры из Галичского района (ППП 15). Экотипы из Московской области имеют менее интенсивный рост по средней высоте, однако необходимо отметить, что культуры из Троицкого административного округа Москвы (ППП 37) до 30-летнего возраста не уступали галичским и в возрасте 66 лет имели наибольшее значение средней высоты в сравнении с остальными представителями из Московской области (рисунок 60). Наименее интенсивный рост имеют культуры из Можайского городского округа Московской области (ППП 18).

Анализируя возрастную динамику текущего прироста средней высоты культур лиственницы европейской, видно, что кульминация, в независимости от географического происхождения, наступает в возрасте 15 лет (рисунок 61).

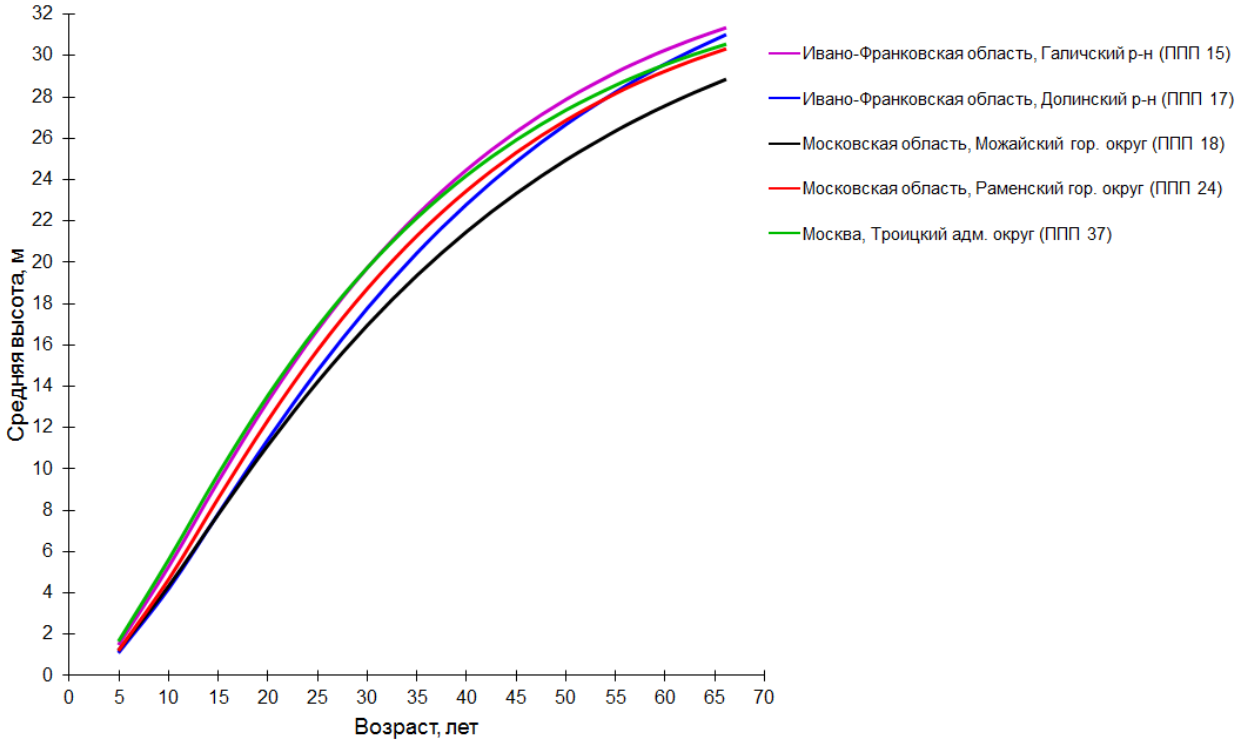


Рисунок 60 – Возрастная динамика средней высоты экотипов лиственницы европейской

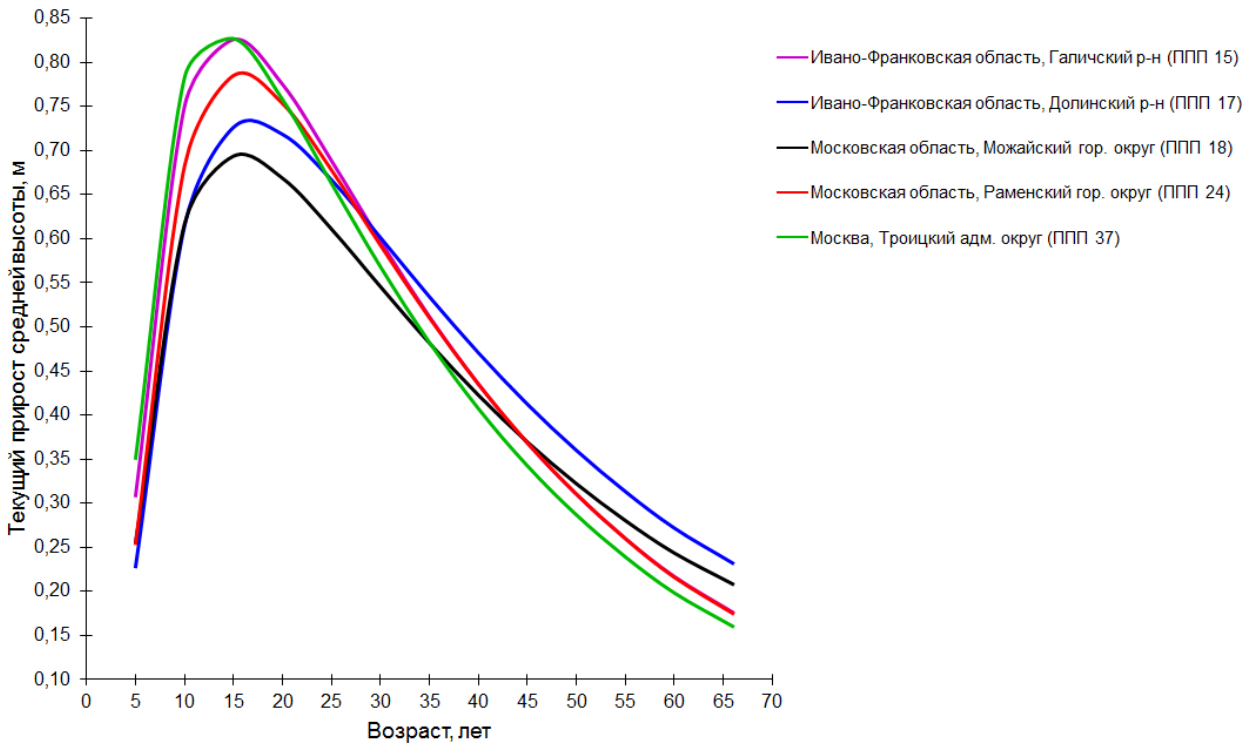


Рисунок 61 – Возрастная динамика текущего прироста средней высоты экотипов лиственницы европейской

Максимальный прирост отмечен в экотипах из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) и Троицкого административного округа Москвы (ППП 37) – 0,83 м. Наименьший прирост на момент кульминации имели культуры из Можайского городского округа Московской области (ППП 18) – 0,69 м.

В древостоях лиственницы даурской максимальные темпы роста имеет экотип из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35). В процессе роста культур до 45 лет лидирующие позиции занимали культуры южного экотипа из Александорово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6), уступив впоследствии экотипу из Бурятии. Наименьшие значения показателя в процессе роста отмечены в культурах из Ленского района Республики Саха (ППП 28) (рисунок 62).

Кульминация текущего прироста средней высоты в указанных культурах наступила в возрасте 15-30 лет (рисунок 63).

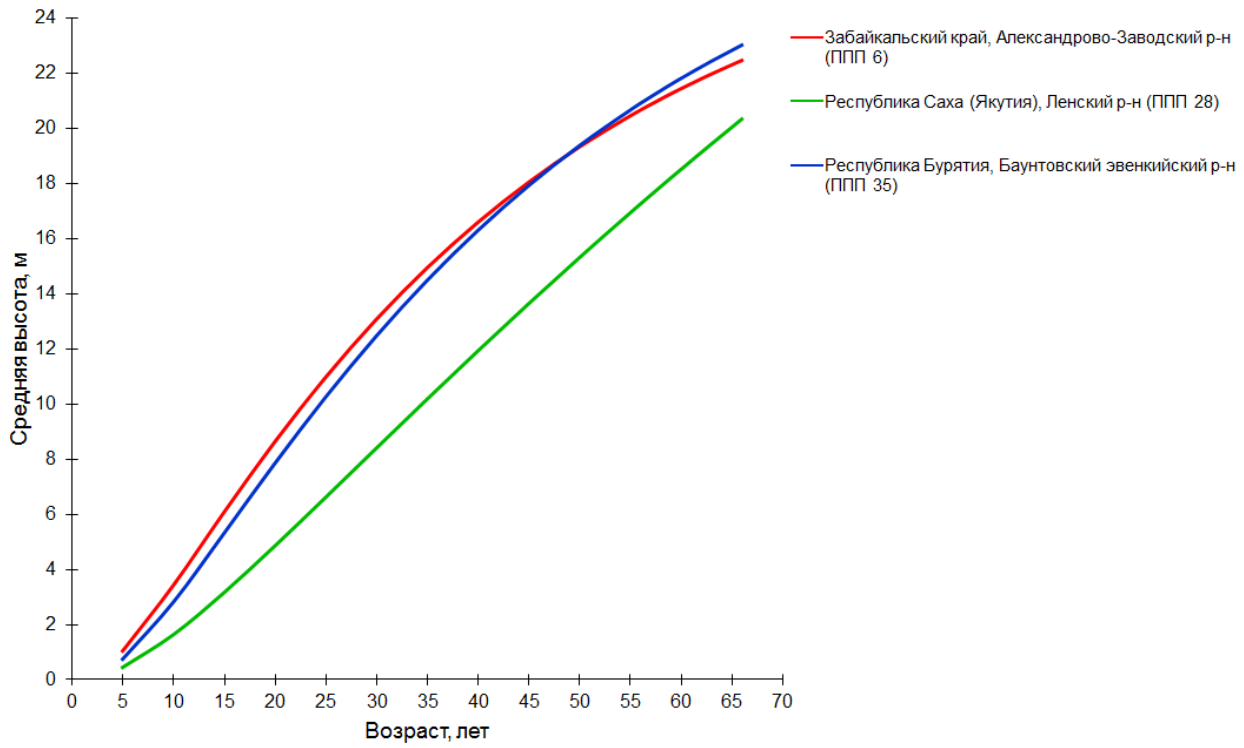


Рисунок 62 – Возрастная динамика средней высоты экотипов лиственницы даурской

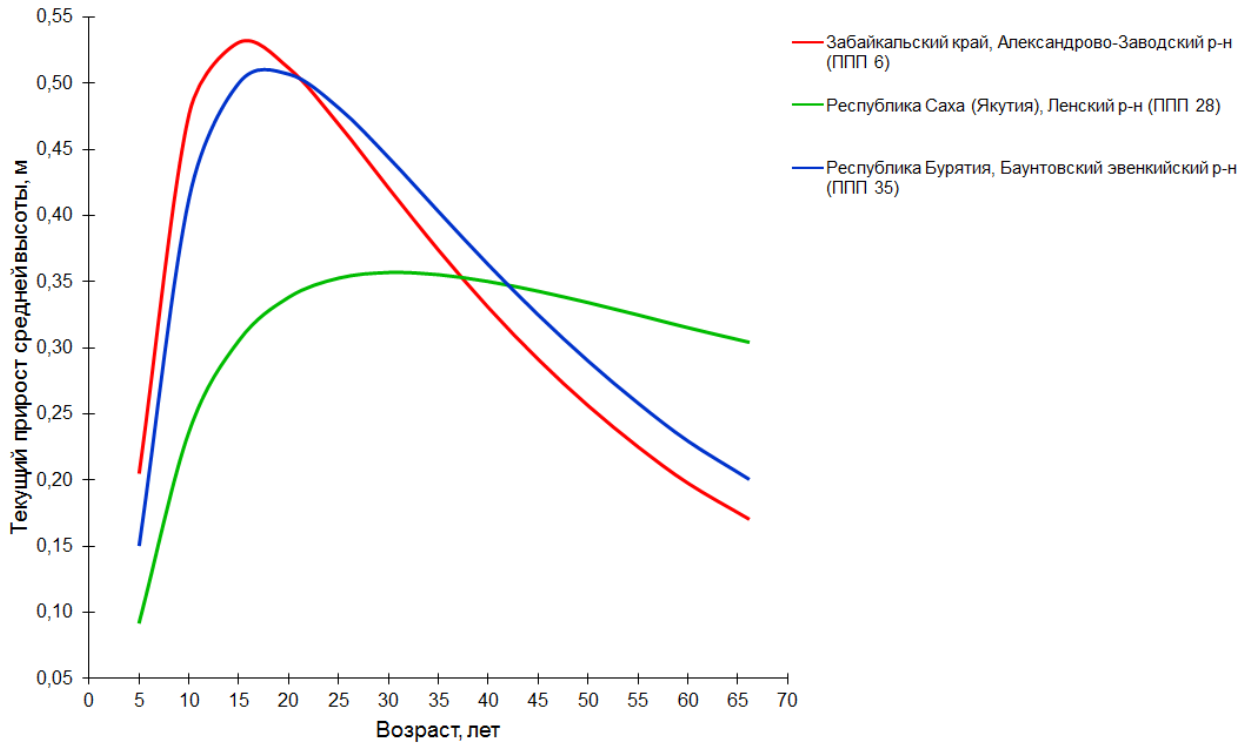


Рисунок 63 – Возрастная динамика текущего прироста средней высоты экотипов лиственницы даурской

Максимальный прирост имел южный экотип из Александорово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6) в 15 лет – 0,53 м. Минимальные

значения показателя в процессе роста и наиболее поздняя кульминация в возрасте 30 лет отмечены в культурах северного экотипа из Ленского района Республики Саха (ППП 28) – 0,36 м.

Оценка роста культур лиственницы по средней высоте в соответствии со шкалой профессора М.М. Орлова

Полученные регрессии возрастной динамики средних высот экотипов лиственницы позволили определить уровень продуктивности культур разного географического происхождения по шкале классов бонитета профессора М.М. Орлова [181].

На рисунке 64 представлены линии регрессии возрастной динамики культур лиственницы сибирской с диапазоном значений средней высоты, охватывающим в 66-летнем возрасте три класса бонитета (I_b-I). Одиннадцать экотипов в фазе приспевания растут по I_a классу бонитета. Культуры из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33), занимая лидирующие позиции по росту на стадиях молодняка и жердняка, с 15 до 40 лет росли в пределах I_c класса бонитета, в более старших возрастах произошло снижение интенсивности роста и бонитета древостоя. Культуры из Тарского района Омской области (ППП 3) отличаются большей стабильностью роста и относятся к I_b классу бонитета, занимая лидирующее положение к 66 годам. По I классу бонитета растут культуры из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Боградского района Республики Хакассии (ППП 20).

Кривые возрастной динамики экотипов пересекают линии классов бонитета, что свидетельствует об изменении темпов роста и бонитета древостоев с возрастом. В первом классе возраста культуры имели интенсивный рост, о чем свидетельствует резкое повышение бонитета в этом периоде. На стадии жердняка рост культур протекал относительно равномерно в пределах достигнутого класса бонитета. После 40 лет интенсивность роста большинства экотипов понизилась, о чем свидетельствует постепенное снижение бонитета по

мере приближения культур к фазе приспевания. В культурах, имеющих высокие темпы роста на стадии жердняка, последующее снижение интенсивности роста и бонитета наступало раньше, чем в медленно и относительно равномерно растущих экотипах.

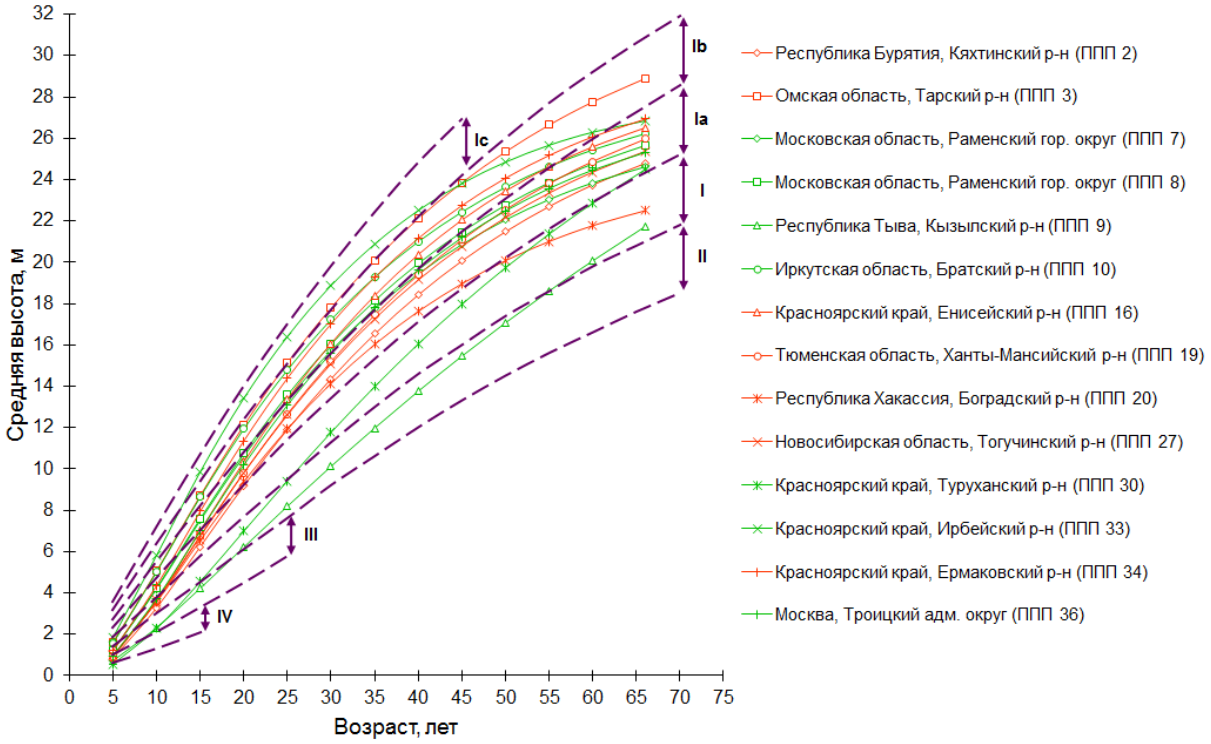


Рисунок 64 – Графическое сопоставление возрастной динамики средней высоты экотипов лиственницы сибирской со шкалой проф. М.М. Орлова

Экотипы лиственницы Сукачёва в 66-летнем возрасте укладываются в диапазон I_b-I классов бонитета, что позволяет характеризовать их в качестве высокопродуктивных (рисунок 65). Четыре экотипа в фазе приспевания растут в пределах I_b класса бонитета, шесть – в пределах I_a класса и три – в пределах I класса. Как и в культурах лиственницы сибирской, кривые возрастной динамики экотипов лиственницы Сукачёва пересекают линии границ классов бонитета вследствие изменения интенсивности роста с возрастом. В период с 20 по 60 лет культуры росли в пределах I_c-I_a классов бонитета. Экотип из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39) на стадии жердняка рос по

I_c бонитету, после 40 лет произошло снижение интенсивности роста и бонитета древостоя. Культуры из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) отличаются устойчивым ростом в пределах I_b класса.

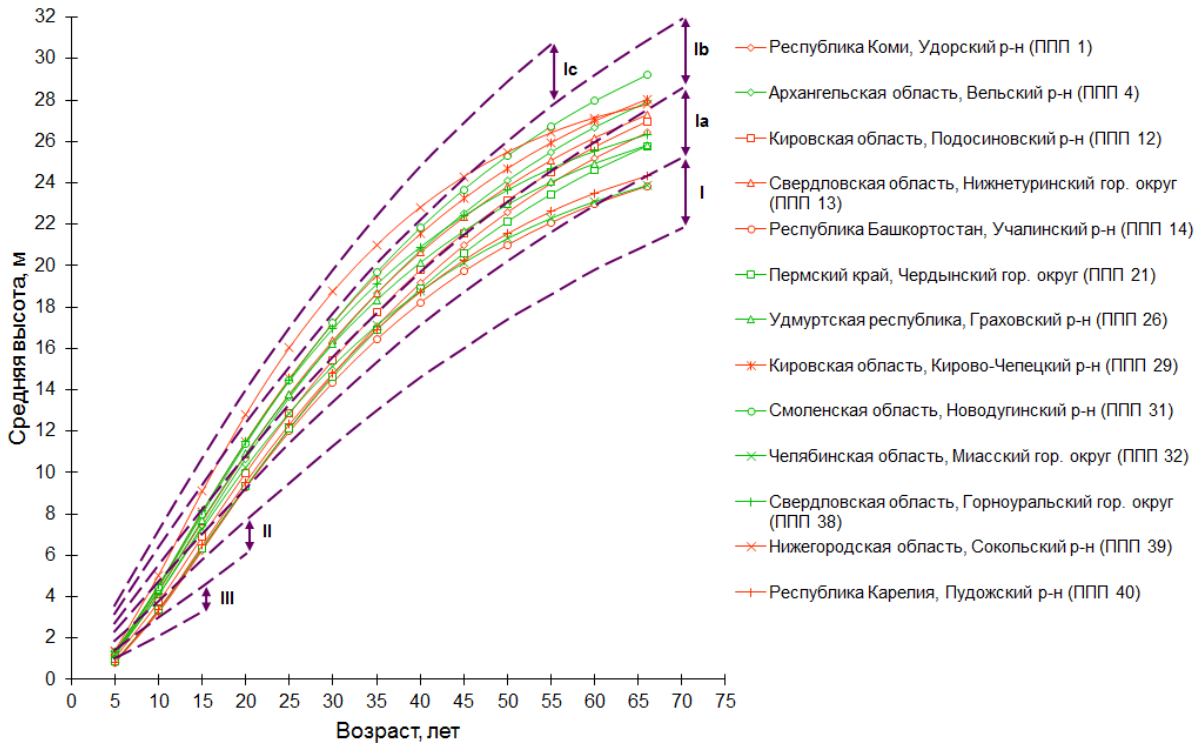


Рисунок 65 – Графическое сопоставление возрастной динамики средней высоты экотипов лиственницы Сукачёва со шкалой проф. М.М. Орлова

Экотипы лиственницы европейской в фазе приспевания растут в пределах I_c-I_b классов бонитета (рисунок 66). В течение первого класса возраста наблюдался наиболее интенсивный рост культур, о чем свидетельствует повышение бонитета древостоев со II класса до современных показателей. Экотипы из Ивано-Франковской области Украины (ППП 15 и 17) имеют максимальные значения средней высоты и растут в пределах I_c класса бонитета. Культуры из Раменского городского округа Московской области (ППП 24) и Троицкого административного округа Москвы (ППП 37) на стадиях жердняка и средневозрастных древостоев также росли по I_c классу бонитета, в фазе приспевания темпы роста культур сократились и бонитет понизился на один класс. Экотип из Можайского городского округа Московской области (ППП 18), начиная со второго класса возраста, рос в пределах I_b класса.

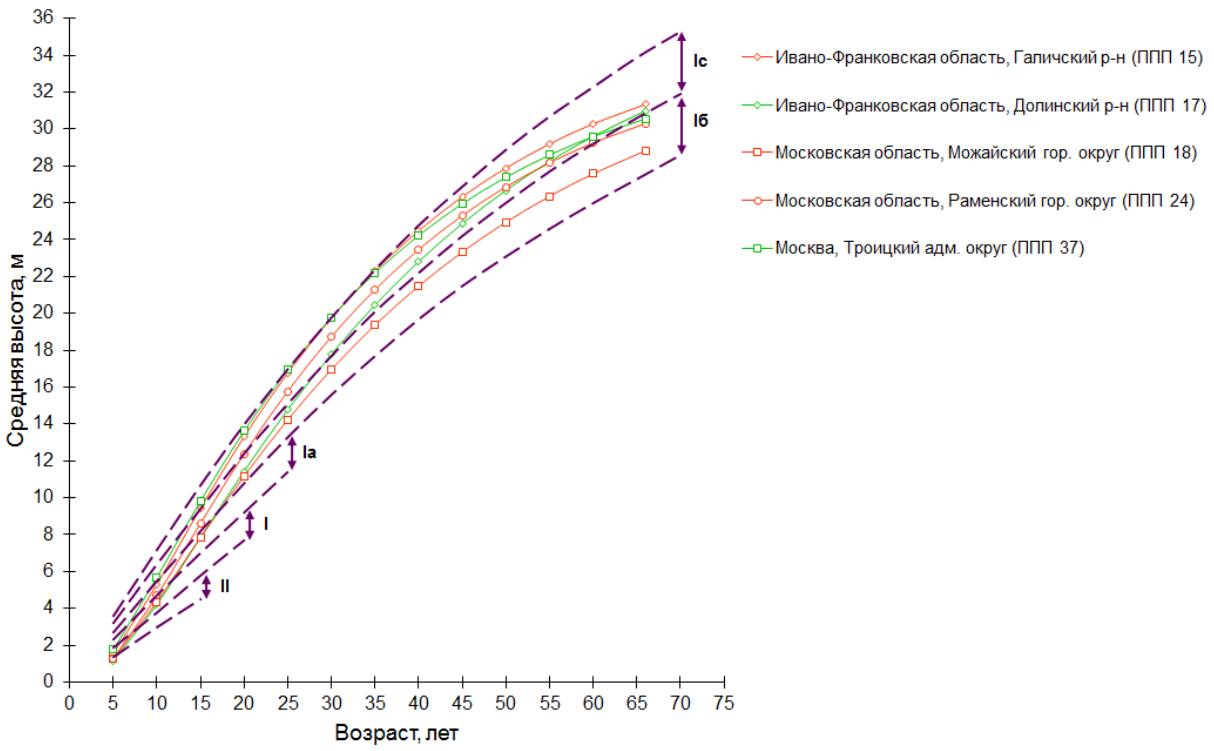


Рисунок 66 – Графическое сопоставление возрастной динамики средней высоты экотипов лиственницы европейской со шкалой проф. М.М. Орлова

Культуры лиственницы даурской в фазе приспевания относятся к I-II классам бонитета (рисунок 67). Устойчивым ростом в пределах I класса характеризуются два южных экотипа из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35) и Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6). Стабильный рост имеют культуры из Ленского района Республики Саха (ППП 28). Бонитет культур имеет тенденцию к возрастному увеличению начиная с IV класса на стадии молодняка. В 66-летнем возрасте экотип растет в пределах II класса бонитета.

Для выбора перспективных экотипов проведено их ранжирование по величине средней высоты в 66-летнем возрасте древостоев с указанием номера постоянной пробной площади (рисунок 68). Среди 37 анализируемых экотипов наиболее высокие значения средней высоты имели культуры лиственницы европейской из Ивано-Франковской области Украины на ППП 15 (31,3 м) и ППП 17 (31 м), растущие в пределах I_c класса бонитета. Предельные значения средней высоты экотипов из Украины объясняются большой продолжительностью роста в течение вегетационного периода, свойственной культурам первого поколения.

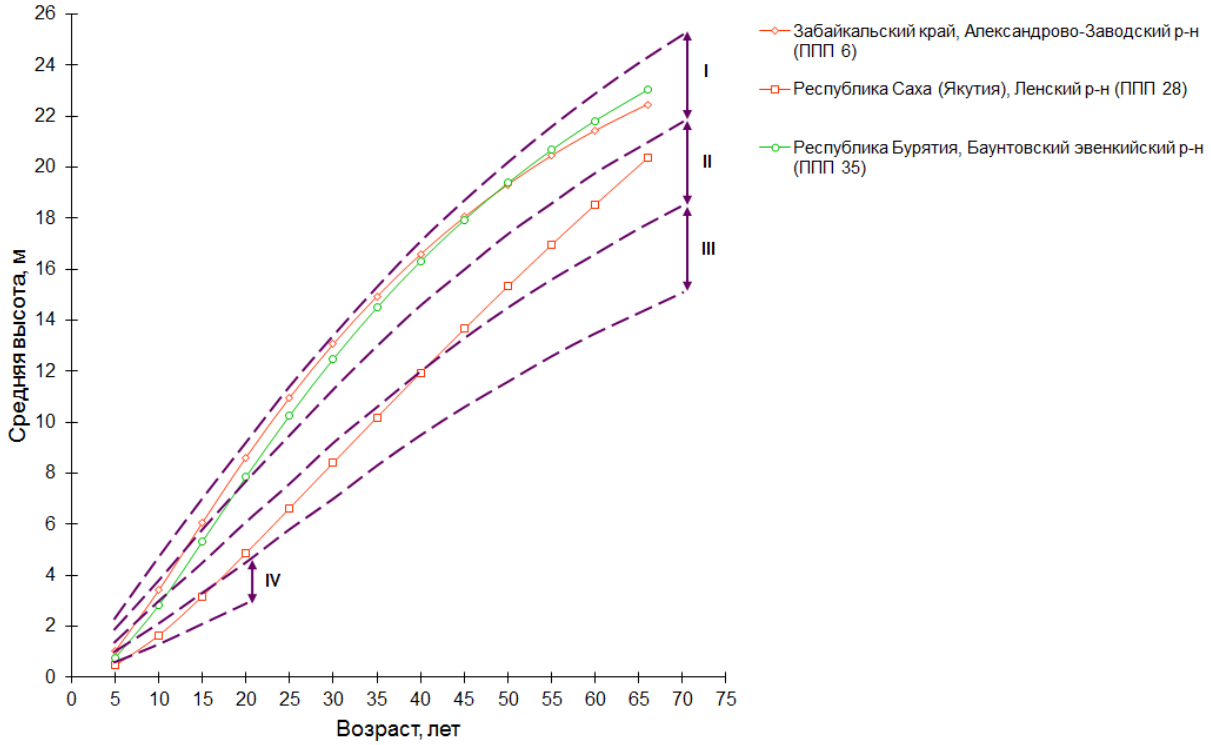


Рисунок 67 – Графическое сопоставление возрастной динамики средней высоты экотипов лиственницы даурской со шкалой проф. М.М. Орлова

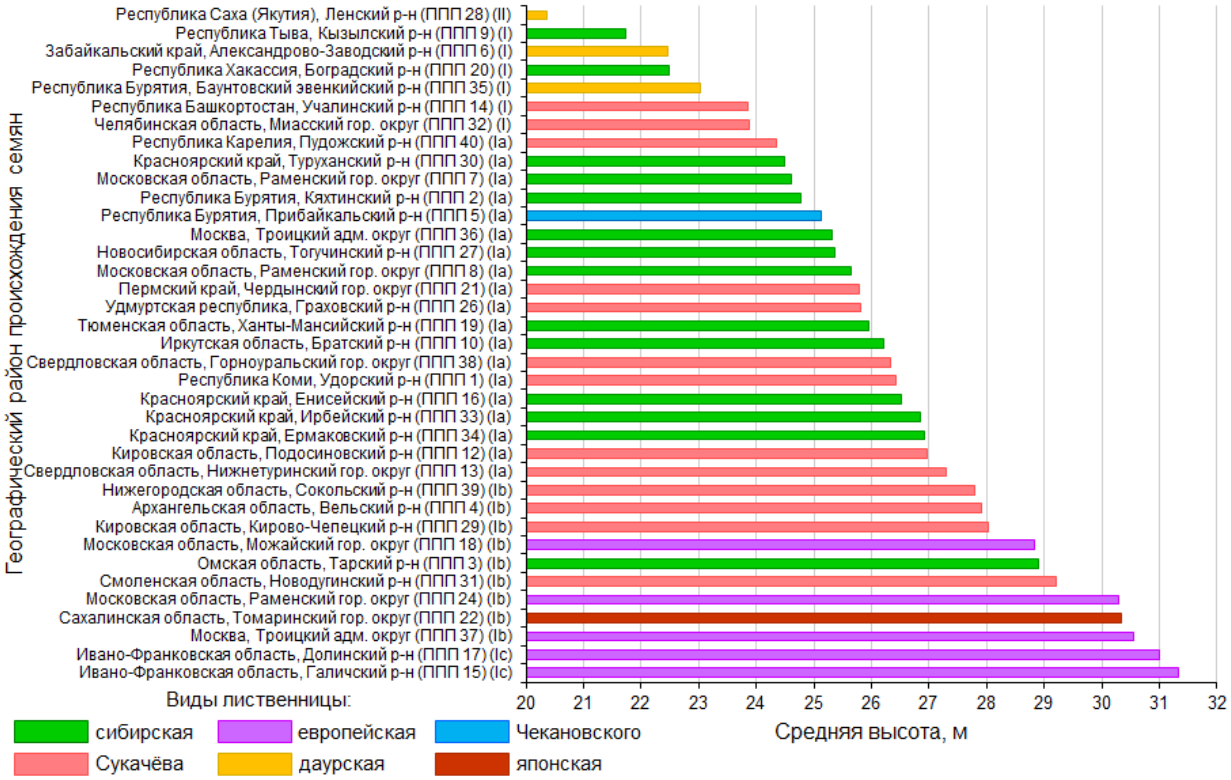


Рисунок 68 – Ранжирование экотипов по величине средней высоты в 66-летнем возрасте

От вышеуказанных экотипов незначительно отстала лиственница европейская из Троицкого административного округа Москвы на ППП 37 (30,6 м), лиственница японская (Кемпфера) из Томаринского городского округа Сахалинской области на ППП 22 (30,3 м) а также лиственница европейская из Раменского городского округа Московской области на ППП 24 (30,3 м). Перечисленные экотипы растут в пределах I_b класса бонитета.

Высокими значениями показателя отличаются культуры лиственницы Сукачёва из Новодугинского района Смоленской области на ППП 31 (29,2 м), сибирской из Тарского района Омской области на ППП 3 (28,9 м) и европейской из Можайского городского округа Московской области на ППП 18 (28,8 м), растущие по I_b классу бонитета. Высокобонитетными являются также экотипы лиственницы Сукачёва из Кировской, Архангельской и Нижегородской областей. В пределах I_a класса бонитета растет большинство экотипов лиственниц Сукачёва, сибирской и лиственница Чекановского на ППП 5. Сравнительно низким уровнем продуктивности характеризуется лиственница Сукачёва из Челябинской области (ППП 32) и Республики Башкортостан (ППП 14), лиственница сибирская из Республик Хакассии и Тыва (ППП 20 и 9), а также все экотипы лиственницы даурской (ППП 6, 35 и 28).

Возрастная динамика объёма ствола среднего дерева

На основе данных возрастной динамики средней высоты и среднего диаметра изучаемых культур проведена оценка динамических изменений стволовой продуктивности экотипов на постоянных пробных площадях. Кривые возрастной динамики объёма ствола среднего дерева получены по регрессионной модели (8), относящейся к древесным стволам разной толщины и высоты в соответствии с данными объемных таблиц для культур лиственницы в центральных районах европейской части России [52].

$$V = \exp \times (-8{,}88328 + 1{,}88034 \times LnD + 0{,}45398 \times LnH + 0{,}08048 \times Ln^2H); \quad R^2 = 0{,}999;\ S_y = \pm 2{,}3. \qquad (8)$$

Динамическое изменение объёма ствола среднего дерева с возрастом в культурах разного географического происхождения приведено на рисунках 69-72. При рассмотрении кривых возрастной динамики прослеживается закономерность непрерывного увеличения объема ствола среднего дерева с возрастом. Интенсивность роста культур в свою очередь зависит от географического происхождения семян.

В культурах лиственницы сибирской интенсивным ростом и максимальными значениями показателя в фазе приспевания отличаются экотипы из Тогучинского района Новосибирской области (ППП 27) и Троицкого административного округа Москвы (ППП 36). Значения объёма ствола среднего дерева этих культур в 66-летнем возрасте составляли 0,815 и 0,792 м^3. Высокие значения показателя имели экотипы из Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19) и Ермаковского района Красноярского края (ППП 34) – 0,754 и 0,708 м^3. Низкими темпами роста на стадиях молодняка и жердняка характеризовались культуры из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30), в 66-летнем возрасте значения объёма ствола среднего дерева этих экотипов составляли 0,520 и 0,533 м^3. Остальные экотипы характеризуются умеренной интенсивностью роста, формируя к вышеуказанному возрасту стволы со средним объёмом от 0,539 до 0,643 м^3 (рисунок 69).

Среди экотипов лиственницы Сукачёва высокие темпы роста и максимальные значения показателя в фазе приспевания имеют культуры из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31), объём ствола среднего дерева в возрасте 66 лет – 1,116 м^3. Интенсивный рост начиная со стадии молодняка отмечен у лиственницы из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39). В 66-летнем возрасте культуры на ППП 39 находились на второй позиции по росту после смоленских, при этом объём ствола среднего дерева составлял 0,867 м^3. Высокие значения показателя в фазе приспевания имели экотипы из Архангельской, Кировской и Свердловской областей (ППП 4, 12, 13 и 29) – от 0,788 до 0,767 м^3. Наименее интенсивный рост за рассматриваемый период

имеет экотип из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14). Объём ствола среднего дерева 66-летних культур на ППП 14 составлял 0,580 м^3. Остальные экотипы занимают промежуточное положение с диапазоном значений показателя в аналогичном возрасте от 0,625 до 0,723 м^3 (рисунок 70).

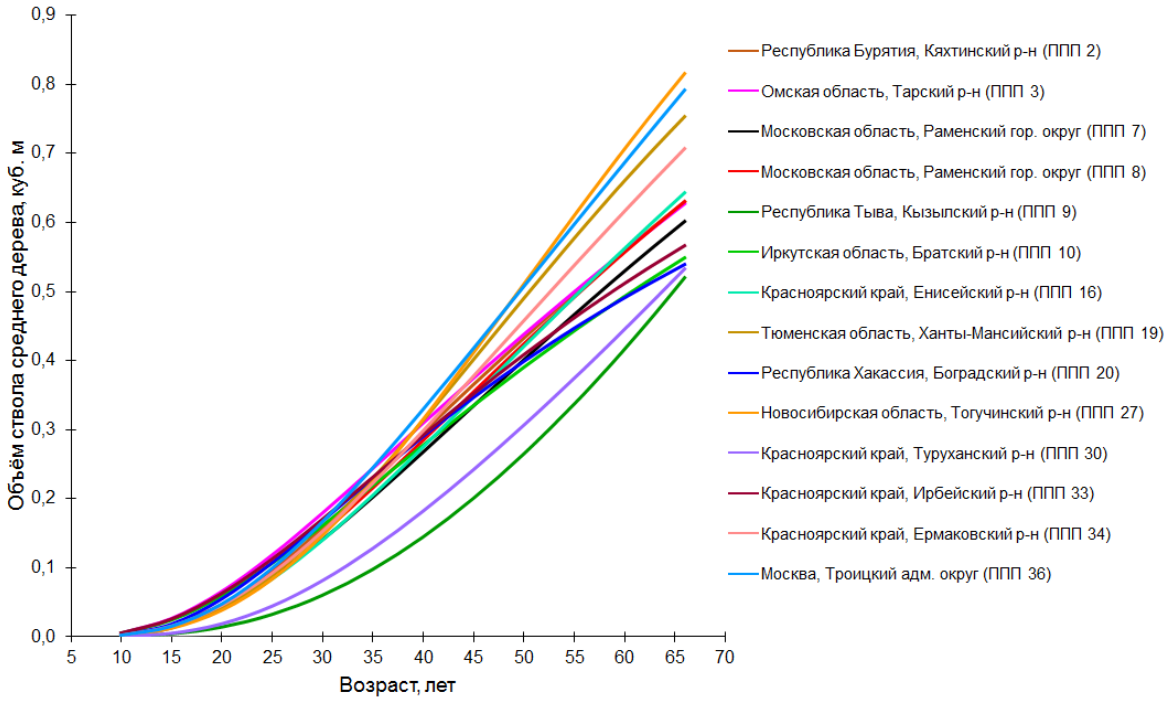


Рисунок 69 – Возрастная динамика объёма ствола среднего дерева экотипов лиственницы сибирской

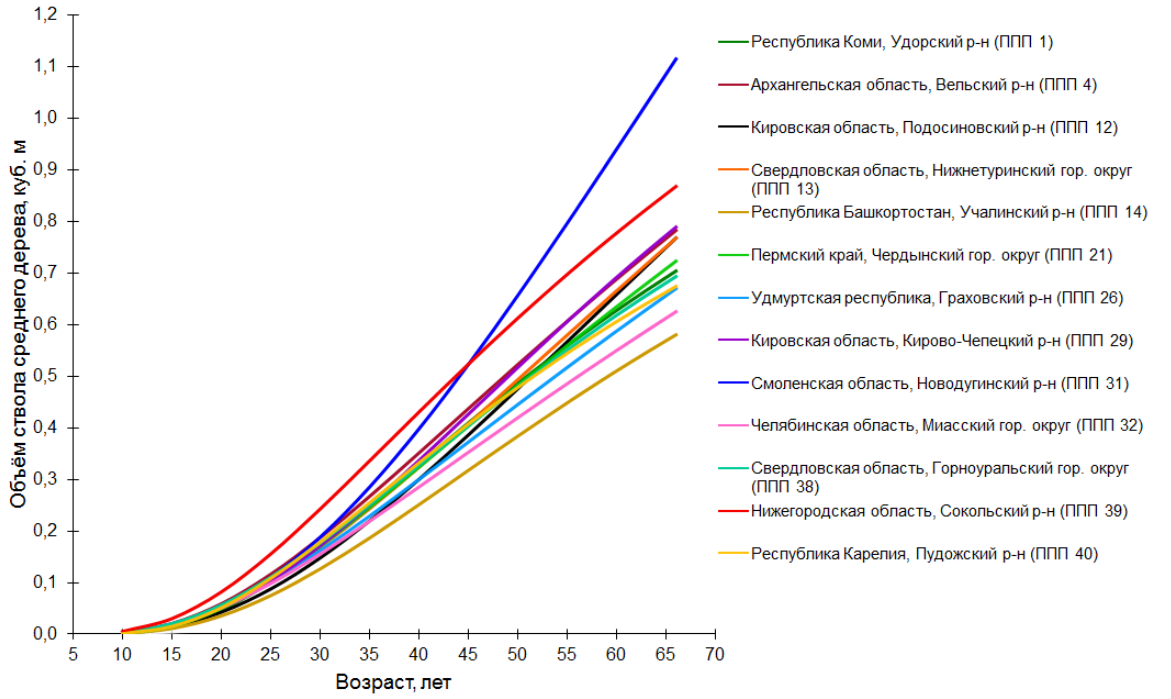


Рисунок 70 – Возрастная динамика объёма ствола среднего дерева экотипов лиственницы Сукачёва

В культурах лиственницы европейской максимальными значениями показателя стволовой продуктивности на протяжении роста характеризуется экотип из Ивано-Франковской области Украины (ППП 15). Интенсивный рост объясняется более редкой начальной густотой посадки культур (4000 шт./га), в сравнении с другими экотипами. Объём ствола среднего дерева культур на ППП 15 в возрасте 66 лет составлял 1,497 м^3. Среди культур из Московской области интенсивным ростом по рассматриваемому показателю отличается экотип из Можайского городского круга (ППП 18). В аналогичном возрасте объём ствола среднего дерева составлял 1,292 м^3. Минимальные темпы роста имеют культуры из Долинского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 17), достигая к 66 годам 1,076 м^3. Остальные экотипы на ППП 24 и 37 характеризуются средними темпами роста, формируя в аналогичном возрасте стволы со средним объёмом 1,208 и 1,193 м^3 (рисунок 71).

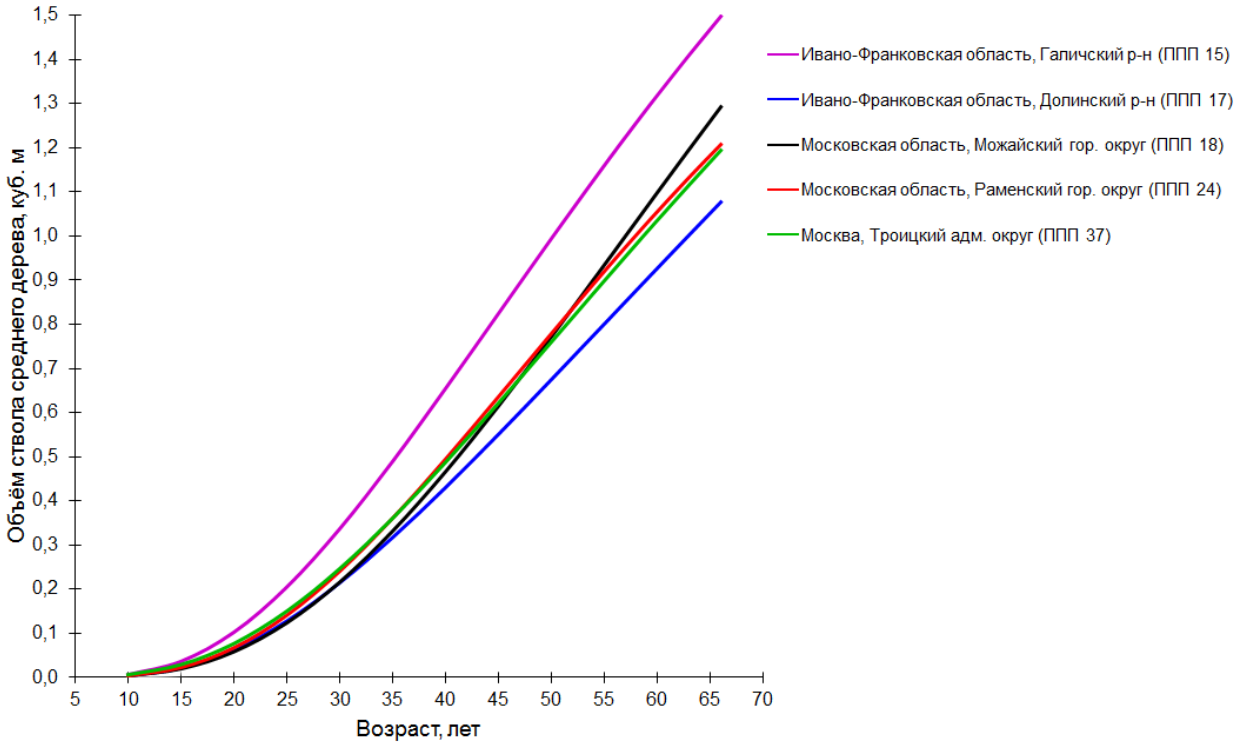


Рисунок 71 – Возрастная динамика объёма ствола среднего дерева экотипов лиственницы европейской

В процессе анализа возрастной динамики объёма ствола среднего дерева культур лиственницы даурской становится видно, что максимальными значениями показателя в фазе приспевания характеризуется экотип из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35), минимальными – из Ленского района Республики Саха (ППП 28). Объём ствола среднего дерева культур на ППП 35 в возрасте 66 лет составлял 0,774 м^3, на ППП 28 – 0,450 м^3. Интенсивный рост на стадиях молодняка и жердняка отмечен в культурах из Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6), в более старших возрастах интенсивность роста древостоя снизилась и в фазе приспевания экотип занял промежуточное положение сформировав к 66-летнему возрасту стволы со средним объёмом 0,690 м^3 (рисунок 72).

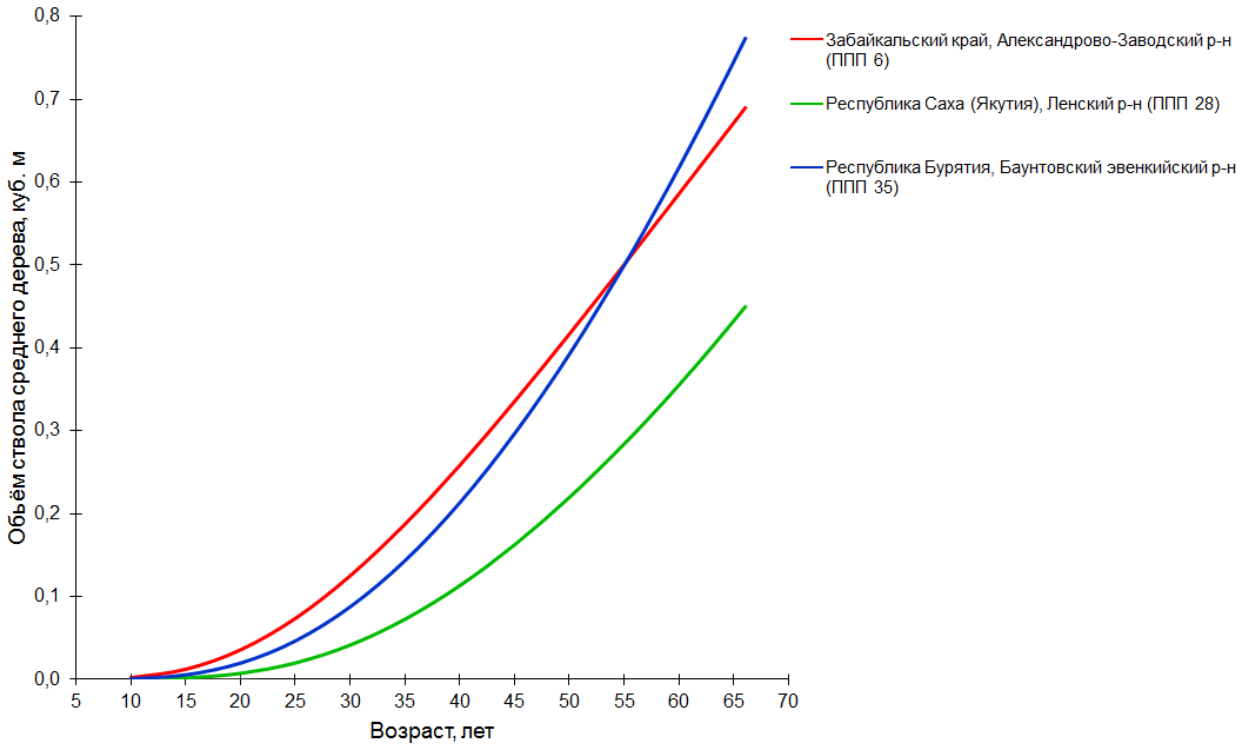


Рисунок 72 – Возрастная динамика объёма ствола среднего дерева экотипов лиственницы даурской

В целях выбора перспективных экотипов проведено их ранжирование в 66-летнем возрасте по величине показателя стволовой продуктивности с указанием номера постоянной пробной площади (рисунок 73). Значения объёма ствола среднего дерева в зависимости от вида и географического происхождения

лиственницы варьировали от 0,450 до 1,497 м^3. Максимальные значения показателя имели культуры лиственницы европейской из Галичского района Ивано-Франковской области Украины на ППП 15 (1,497 м^3), а также экотипы из Московской области на ППП 18 (1,292 м^3), ППП 24 (1,208 м^3) и ППП 37 (1,193 м^3). От вышеуказанных культур незначительно отстала лиственница Сукачёва из Новодугинского района Смоленской области на ППП 31 (1,116 м^3), лиственница европейская из Долинского района Ивано-Франковской области Украины на ППП 17 (1,076 м^3) и лиственница японская (Кемпфера) из Томаринского городского округа Сахалинской области на ППП 22 (1,025 м^3).

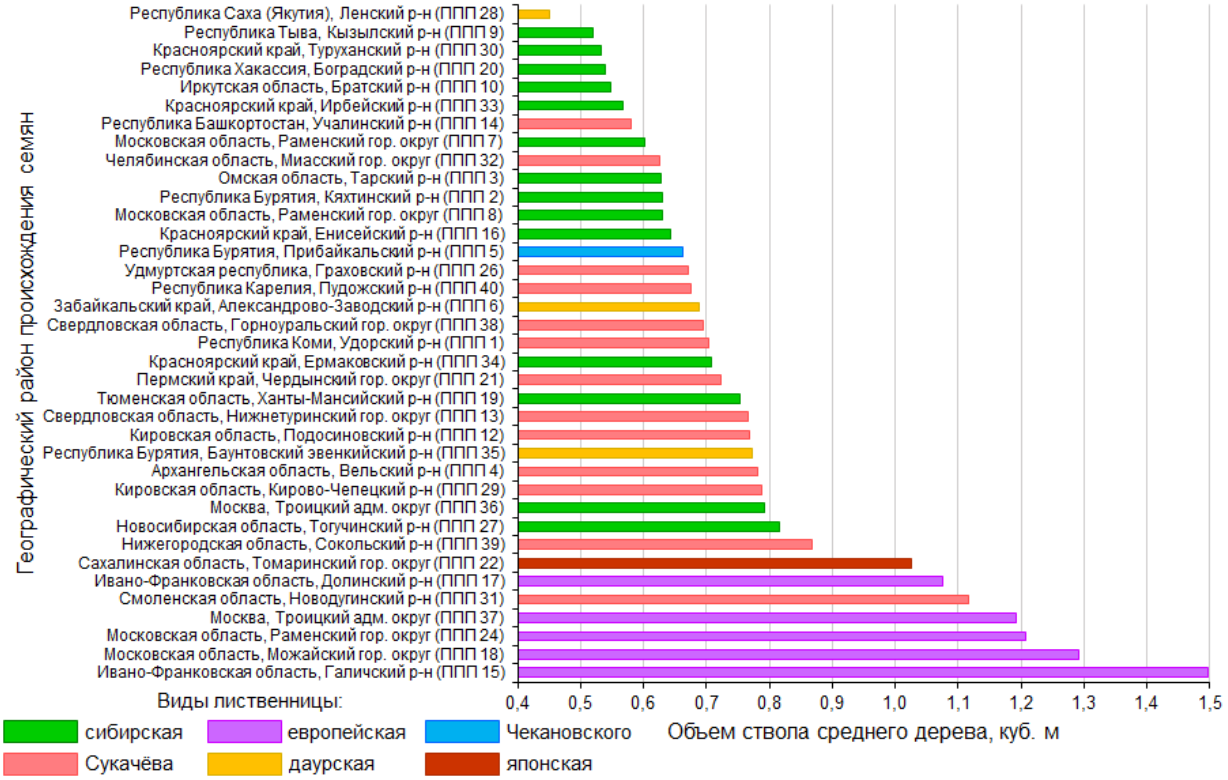


Рисунок 73 – Ранжирование экотипов по величине объёма ствола среднего дерева в 66-летнем возрасте

Высокими значениями показателя отличаются культуры лиственницы Сукачёва из Сокольского района Нижегородской области на ППП 39 (0,867 м^3), лиственницы сибирской из Тогучинского района Новосибирской области на ППП 27 (0,815 м^3) и Троицкого административного округа Москвы

на ППП 36 (0,792 м^3). Остальные экотипы имели меньший объём ствола среднего дерева, при этом необходимо отметить, что большинство экотипов лиственницы Сукачёва имеют более высокие значения показателя в сравнении с лиственницей сибирской. Наименьшие значения показателя в культурах лиственницы Сукачёва имели экземпляры из Республики Башкортостан (ППП 14) и Челябинской области (ППП 32) – 0,580 и 0,625 м^3. Подавляющее большинство экотипов этого вида лиственницы имели достаточно высокие значения объёма ствола среднего дерева – от 0,670 до 0,788 м^3.

В культурах лиственницы сибирской помимо вышеописанных экотипов на ППП 27 и 36 высокой стволовой продуктивностью отличались экземпляры из Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19) и Ермаковского района Красноярского края (ППП 34) – 0,754 м^3 и 0,708 м^3.

Два представителя лиственницы даурской из Бурятии (ППП 35) и Забайкальского края (ППП 6) имели средние значения показателя – 0,774 и 0,690 м^3. Единственный экземпляр лиственницы Чекановского из Прибайкальского района Республики Бурятии на ППП 5 также характеризовался средней стволовой продуктивностью – 0,663 м^3.

Наименьшие значения объёма ствола среднего дерева имели большинство экотипов лиственницы сибирской (от 0,520 до 0,643 м^3) и северный представитель лиственницы даурской из Ленского района Республики Саха на ППП 28 – 0,450 м^3. В целом, большинство экотипов лиственниц Сукачёва, сибирской и даурской существенно уступают лиственницам европейской и японской (Кемпфера).

Возрастная динамика запаса

Особый интерес представляют закономерности возрастной динамики запаса стволовой древесины географических культур. Величина запаса каждого экотипа получена суммированием объемов стволов на конкретной пробной площади. На рисунках 74-77 представлены кривые возрастной динамики запаса экотипов лиственниц сибирской, Сукачёва, европейской и даурской.

Графическая интерпретация возрастного изменения запаса каждого экотипа свидетельствует о присущей лишь ему динамике показателя. В культурах лиственницы сибирской максимальной продуктивностью в процессе роста отличаются два экотипа, полученные из семян, собранных в Тарском районе Омской области (ППП 3) и Братском районе Иркутской области (ППП 10). В 66-летнем возрасте запас культур составлял 730,9 и 723,6 м^3/га (рисунок 74).

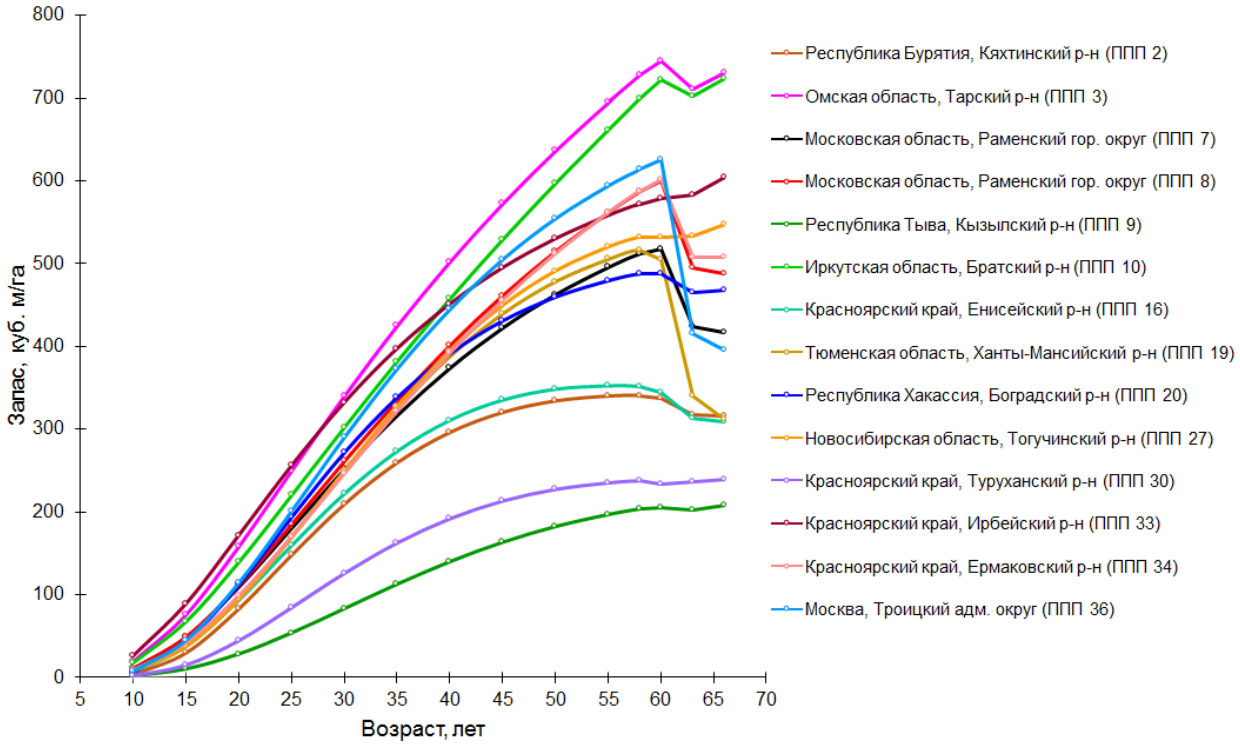


Рисунок 74 – Возрастная динамика запаса экотипов лиственницы сибирской

На стадии молодняка наиболее интенсивное увеличение запаса отмечено в культурах из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33). Подобное явление может быть связано с тем, что в условиях Ирбейского района по данным М.А. Николаевой имеет место смешение лиственницы сибирской и Чекановского, поэтому полученный экотип может быть представлен гибридной формой этих видов [103]. После 20 лет интенсивность роста культур снизилась. В 66-летнем возрасте древостой имел достаточно высокую продуктивность (604 м^3/га), уступая только экземплярам на ППП 3 и 10.

Интенсивное накопление запаса до 60-летнего возраста отмечено в культурах из Троицкого административного округа Москвы (ППП 36), Раменского

городского округа Московской области (ППП 8) и Ермаковского района Красноярского края (ППП 34), но, вследствие формирования патологического отпада после вымокания 2013 года, продуктивность культур в последующих годах сильно снизилась. К 66 годам древостои имели среднюю продуктивность – 394,9, 487,1 и 507 м^3/га.

Низкая продуктивность в процессе роста отмечена у плакорного и северного экотипов из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30). В возрасте 66 лет культуры имели запас 207,9 и 239,5 м^3/га. Остальные экотипы укладываются в размах варьирования запаса древостоев.

Естественная кульминация запаса до 60 лет наступила только в культурах из Кяхтинского района Республики Бурятии (ППП 2) и Енисейского района Красноярского края (ППП 16).

Образование патологического отпада в культурах большинства экотипов после вымокания 2013 года является причиной снижения их продуктивности в последующие годы. Наиболее существенное снижение запаса в возрасте 60-63 лет отмечено в культурах из: Раменского городского округа Московской области (ППП 7 и 8) – на 93,9 и 106,3 м^3/га (18,2 и 17,7 %); Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19) – на 163,8 м^3/га (32,5 %); Ермаковского района Красноярского края (ППП 34) – на 93,1 м^3/га (15,5 %); Троицкого административного округа Москвы (ППП 36) – на 209,3 м^3/га (33,5 %). В культурах из Боградского района Республики Хакассии (ППП 20) естественная кульминация запаса нарушена по аналогичным причинам. Хорошей устойчивостью и достаточно высокой продуктивностью отличаются экземпляры из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33) и Тогучинского района Новосибирской области (ППП 27).

В культурах лиственницы Сукачёва наибольшую продуктивность в процессе роста имеет экотип из Сокольского района Нижегородской области

(ППП 39). Высокую продуктивность и хорошую устойчивость имеют культуры из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31). В 66-летнем возрасте вышеуказанные экотипы имели запас 900 и 880,3 м^3/га.

Наименьшую продуктивность на протяжении роста имеют культуры из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14), на стадиях средневозрастных и приспевающих древостоев – культуры из Горноуральского городского округа Свердловской области (ППП 38). В возрасте 66 лет запас культур составлял 430,1 и 477,8 м^3/га. Остальные экотипы занимают промежуточное положение (рисунок 75).

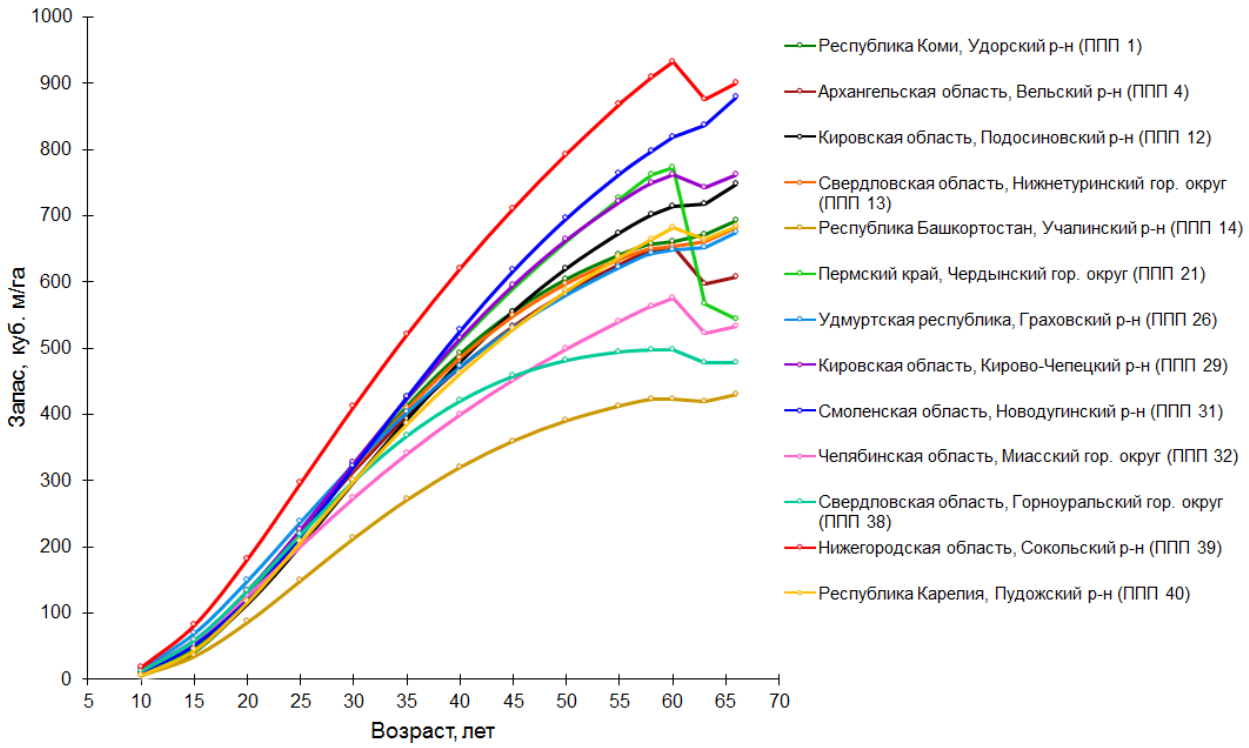


Рисунок 75 – Возрастная динамика запаса экотипов лиственницы Сукачёва

Формирование патологического отпада в культурах после 2013 года является причиной снижения продуктивности большинства экотипов. Наиболее существенное снижение запаса в возрасте 60-63 лет наблюдается в культурах из Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21) – на 206,8 м^3/га (26,7 %). Естественная кульминация запаса в культурах из Горноуральского городского округа Свердловской области (ППП 38) нарушена по аналогичным причинам.

Среди экотипов лиственницы европейской максимальную продуктивность в процессе роста имели культуры из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), однако, в связи с увеличением сухостоя в культурах после вымокания 2013 года, продуктивность растущей части древостоя в последующие годы снизилась, и к 66 годам запас культур составил 1104,4 м^3/га. Интенсивное увеличение запаса в фазе приспевания отмечено в культурах из Раменского городского округа Московской области (ППП 24). Запас древостоя в возрасте 66 лет – 1282,2 м^3/га. В настоящее время это самые высокопродуктивные культуры на объекте. Наименьшую продуктивность в процессе роста имеет экотип из Можайского городского округа Московской области (ППП 18), в 66 лет – 516,7 м^3/га (рисунок 76).

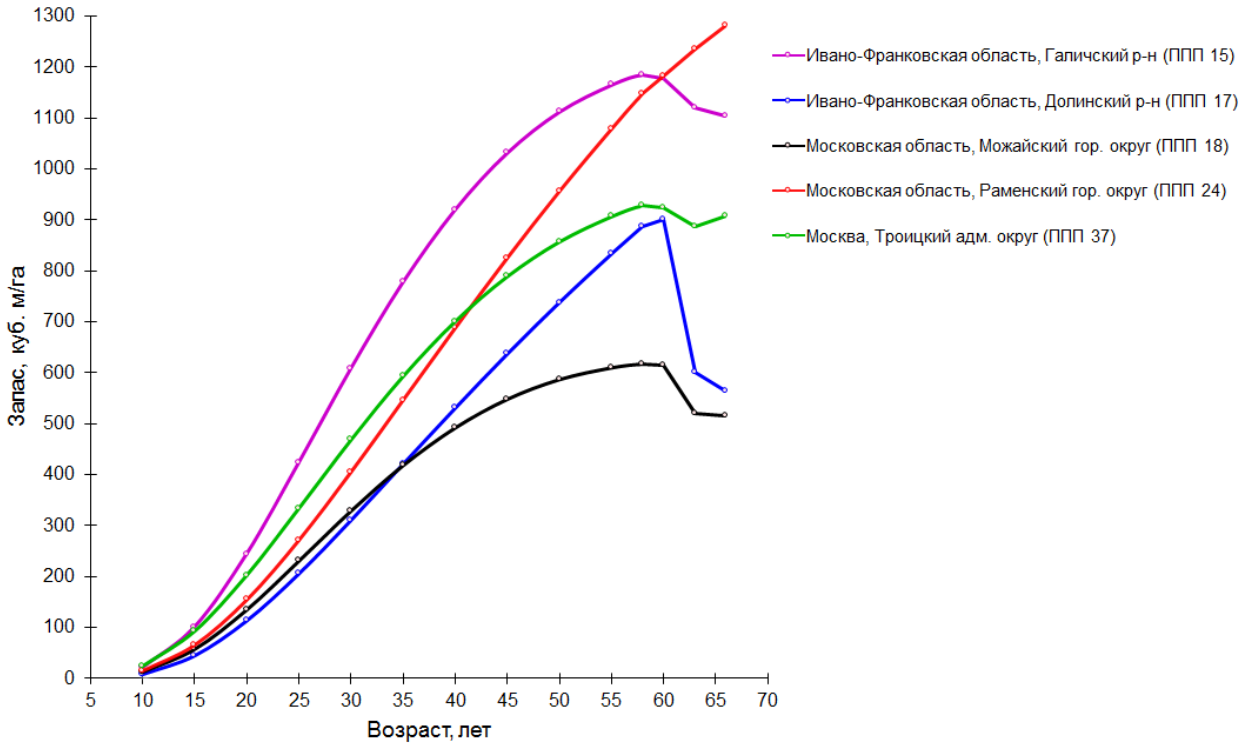


Рисунок 76 – Возрастная динамика запаса экотипов лиственницы европейской

Формирование патологического отпада отмечено во всех экотипах, в наибольшей степени пострадали культуры из Долинского района Ивано-Фран-

ковской области Украины (ППП 17) и Можайского городского круга Московской области (ППП 18). В период с 60 лет по 63 года запас культур снизился на 301,5 м^3/га (33,4 %) и 94,1 м^3/га (15,3 %).

В культурах лиственницы даурской интенсивное увеличение продуктивности с возрастом отмечено только у южного экотипа из Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6). В 66 лет запас культур составлял 285 м^3/га. Минимальные значения показателя в процессе роста имеет северный экотип из Ленского района Республики Саха (ППП 28), достигая к 66 годам 85,7 м^3/га. Культуры из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35) также имеют низкую продуктивность, запас возрасте в 66 лет – 112,3 м^3/га. После 60-летнего возраста продуктивность всех экотипов снизилась вследствие формирования патологического отпада, естественная кульминация запаса на ППП 28 нарушена по аналогичной причине. В наибольшей степени пострадали культуры на ППП 6. В период с 2012 по 2015 год запас снизился на 22,3 м^3/га (7,4 %) (рисунок 77).

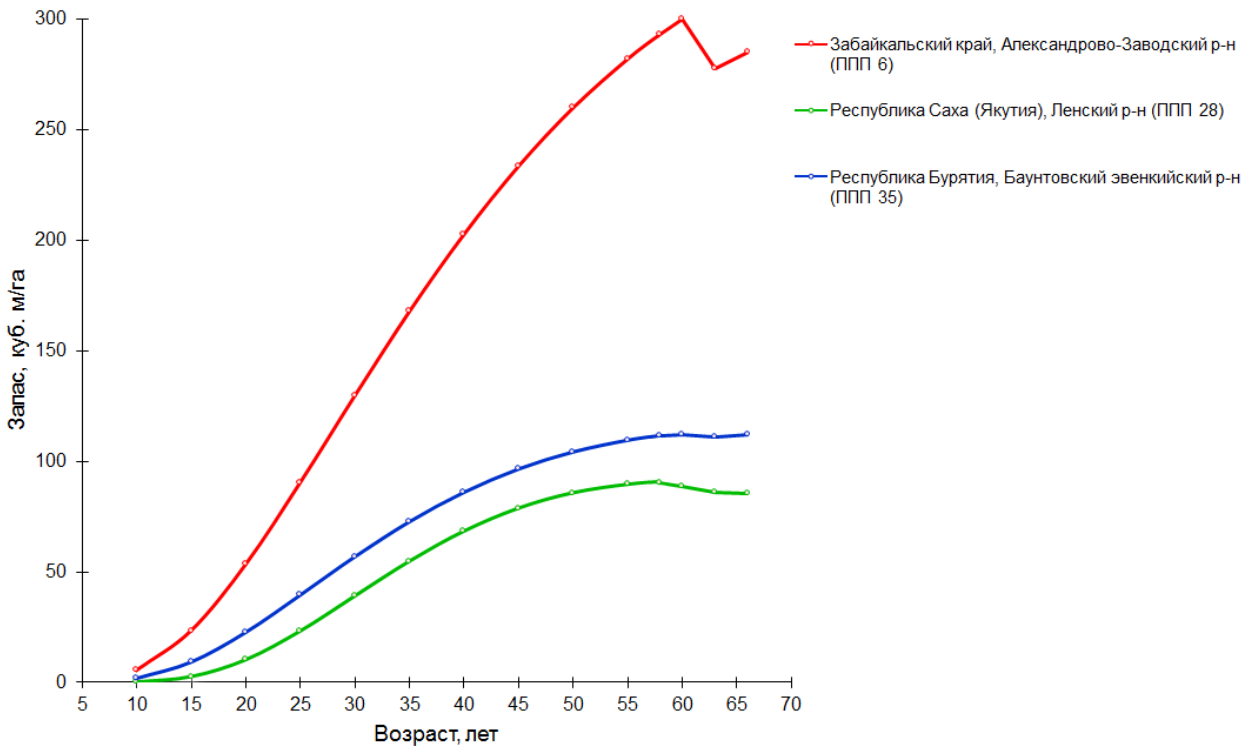


Рисунок 77 – Возрастная динамика запаса экотипов лиственницы даурской

Единственный экотип лиственницы Чекановского из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5) имел интенсивный рост по запасу, но после 60 лет продуктивность культур понизилась на 87 м^3/га (15,7 %), к 66 годам древостой имел запас 465,6 м^3/га. Культуры лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского городского круга Сахалинской области (ППП 22) также отличались высокой продуктивностью, но пострадали от климатических аномалий 2010 и 2013 годов, после которых произошло резкое снижение запаса на 162,3 м^3/га (13,9 %). В возрасте 66 лет культуры имели запас 976 м^3/га.

Следует обратить внимание на то, что возраст кульминации запаса по экотипам не совпадает, ни одна из кривых возрастной динамики не укладывается в существующую теорию хода роста естественно формирующихся древостоев. Это указывает на необходимость изучения возрастной динамики роста и продуктивности конкретных древостоев, а не их статистической совокупности, что в очередной раз подтверждает несовершенство общепринятых методических положений [123; 174].

По регрессиям возрастной динамики запаса рассчитаны значения среднепериодического текущего изменения запаса (Z_M) с использованием формулы:

$$Z_M = \frac{(M_A - M_{A-N})}{N}, \qquad (9)$$

где:

Z_M – среднепериодический текущий прирост, м^3/га;

M_A – запас древостоя в возрасте А, м^3/га;

M_{A-N} – запас древостоя N лет назад, м^3/га.

Динамика текущего изменения запаса (прироста растущей части древостоя) представлена на рисунках 78-81 в виде кульминирующих кривых и свидетельствует о том, что у трех экотипов лиственницы сибирской и одного экотипа лиственницы даурской показатель уже к 60 годам становится отрицательной величиной. Существенное снижение прироста в культурах большинства

экотипов в фазе приспевания указывает на стадию стагнации текущего прироста, устойчивое снижение полноты и продуктивности древостоев. По нашему мнению, это связано как с разной продукционной способностью экотипов, так и с завышенной густотой посадки культур.

Оценивая текущее изменение запаса как «урожайность» древесины в единицу времени, следует обратить внимание на максимальные значения показателя в возрасте кульминации. В культурах лиственницы сибирской кульминация показателя наблюдается в возрасте 25-35 лет. Максимальный прирост на стадии кульминации отмечен в 25-летних культурах из Тарского района Омской области (ППП 3) – 18,3 м^3/га. Минимальный – в 35-летних культурах из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) – 5,9 м^3/га. Высокий прирост на стадии кульминации имели 30-летние культуры из Троицкого адм. округа Москвы (ППП 36) и 25-летние – из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33) – 17,8 и 16,9 м^3/га. Остальные экотипы заняли промежуточное положение со значениями показателя в диапазоне от 8,3 до 16,4 м^3/га. Высокий прирост после 45 лет имели культуры из Братского района Иркутской области (ППП 10) (рисунок 78).

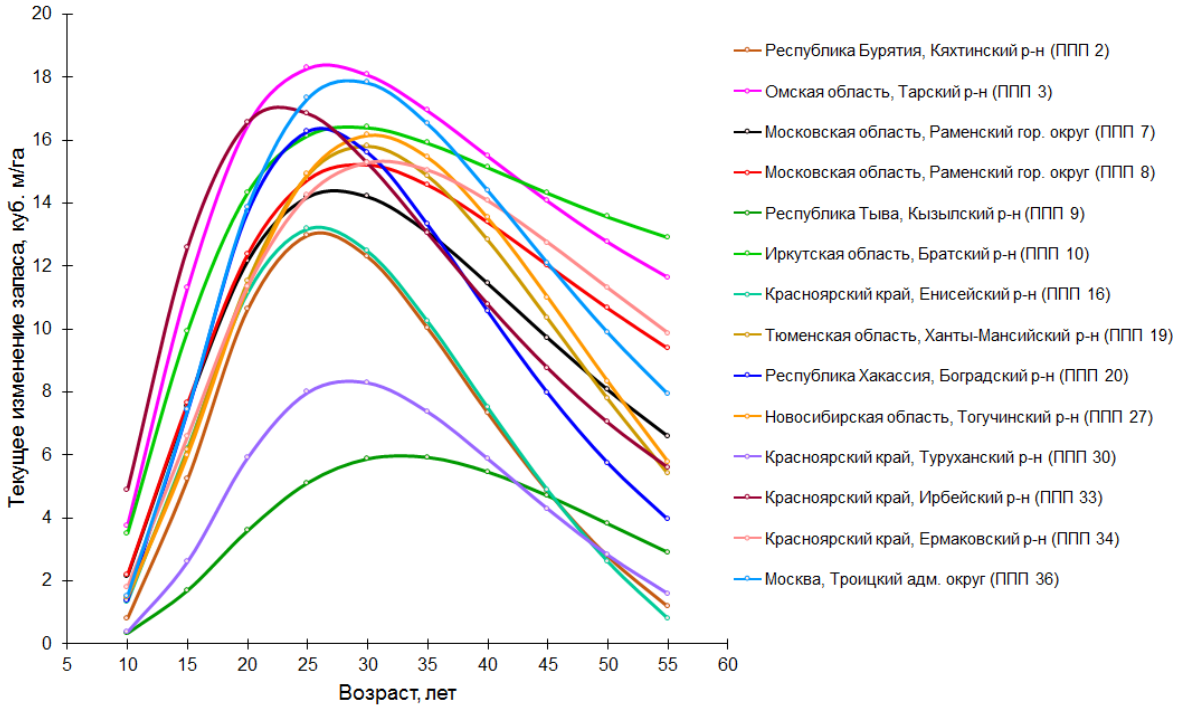


Рисунок 78 – Возрастная динамика текущего изменения запаса экотипов лиственницы сибирской

Кульминация текущего изменения запаса в культурах лиственницы Сукачёва наблюдается в возрасте 25-35 лет. Максимальный прирост на стадии кульминации имели 30-летние культуры из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39) – 23,1 м^3/га. Минимальный – культуры аналогичного возраста из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14) – 12,7 м^3/га. Остальные экотипы находятся в пределах размаха варьирования со значениями показателя в диапазоне от 15 до 21,1 м^3/га. Наиболее поздно (в 35 лет) кульминация показателя наблюдается в культурах из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31). В возрасте 40-45 лет культуры имели наиболее высокие значения показателя, уступив впоследствии нижегородскому экотипу на ППП 39 (рисунок 79).

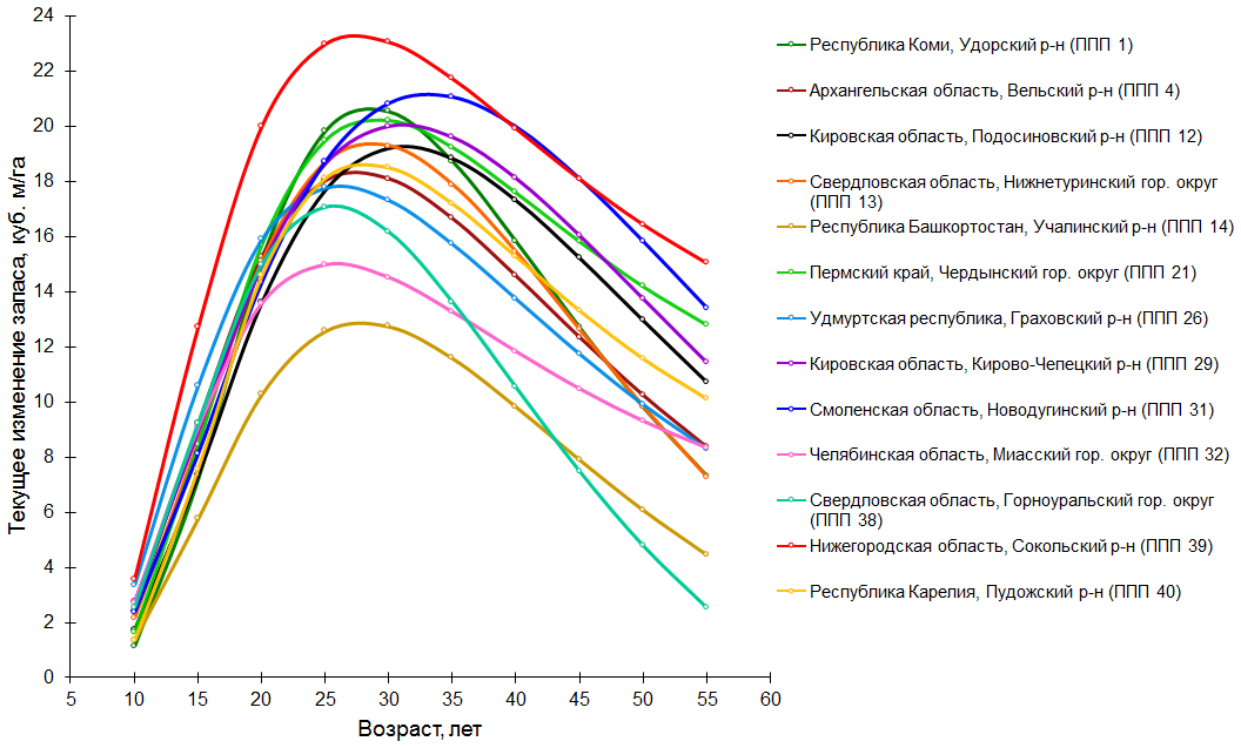


Рисунок 79 – Возрастная динамика текущего изменения запаса экотипов лиственницы Сукачёва

В культурах лиственницы европейской кульминация текущего изменения запаса наблюдается в 30-40 лет. Максимум прироста на стадии кульминации отмечен в 30-летних культурах из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) – 37 м^3/га. Минимум – в культурах аналогичного

возраста из Можайского городского округа Московской области (ППП 18) – 19,6 м^3/га. Высокий прирост экотипа на ППП 15 объясняется редкой начальной посадкой культур (4 000 шт./га). Остальные три экотипа заняли промежуточное положение со значениями показателя в диапазоне от 22 до 28,3 м^3/га. После 40 лет высокий прирост имеют культуры из Раменского городского округа Московской области (ППП 24). Помимо вышесказанного необходимо отметить, что минимальный прирост на стадии кульминации в культурах лиственницы европейской почти соответствует максимально возможному приросту в культурах лиственницы сибирской. В свою очередь максимальный прирост лиственницы европейской превышает аналогичный показатель лиственницы сибирской в 2 раза (рисунок 80).

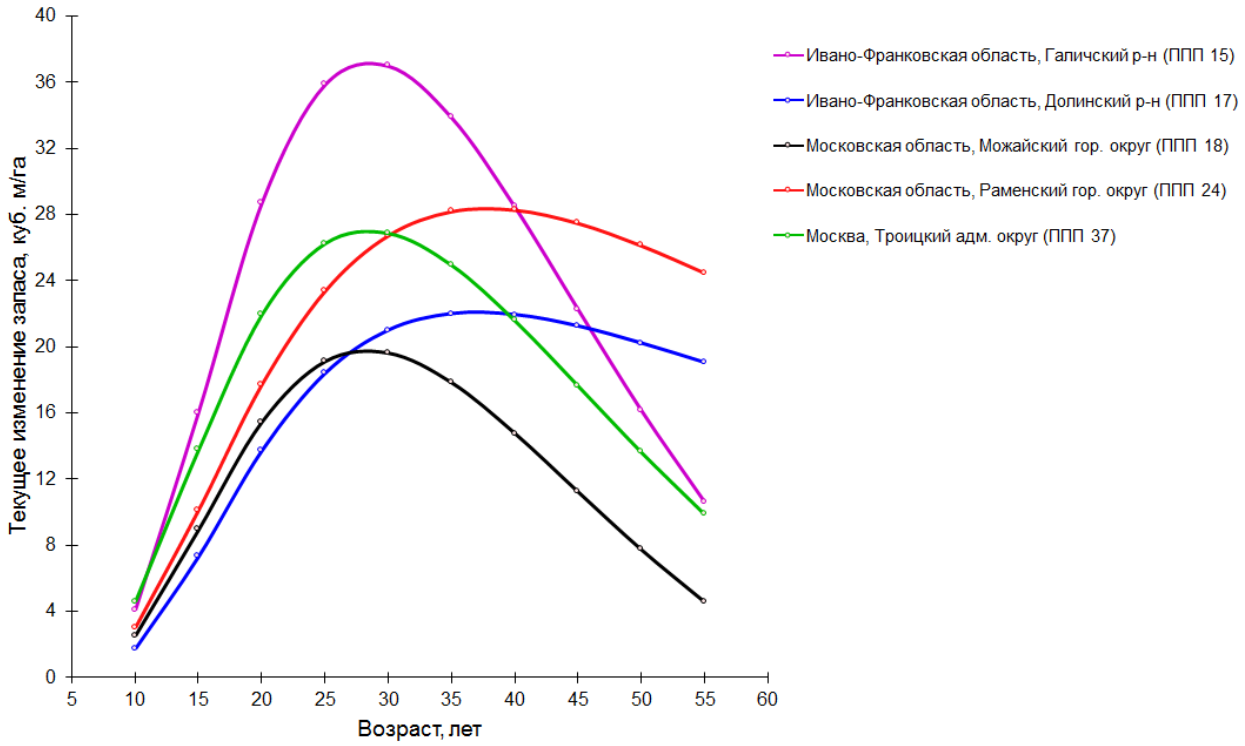


Рисунок 80 – Возрастная динамика текущего изменения запаса экотипов лиственницы европейской

Кульминация текущего изменения запаса в культурах лиственницы даурской наблюдается в возрасте 30 лет. Максимальный прирост на стадии кульминации имел южный экотип из Александрово-Заводского района Забай-

кальского края (ППП 6) – 7,9 м^3/га. Минимальный – северный экотип из Ленского района Республики Саха (ППП 28) – 3,2 м^3/га. Культуры из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35) заняли промежуточное положение и имели максимум прироста 4,5 м^3/га. В целом, текущее изменение запаса экотипов лиственницы даурской в сравнении другими видами лиственницы имеет минимальные значения, т.к. в условиях Московской области древостои отличаются медленным ростом, низкой сохранностью и в фазе приспевания представлены рединами (рисунок 81).

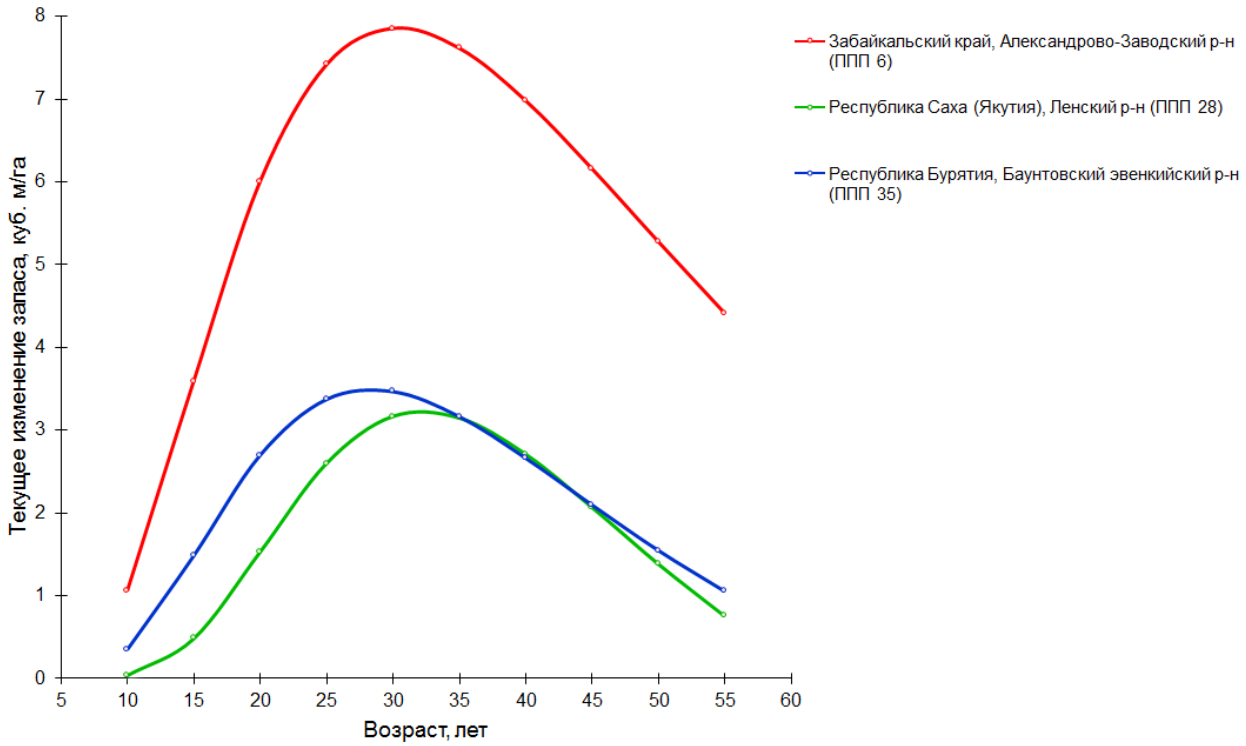


Рисунок 81 – Возрастная динамика текущего изменения запаса экотипов лиственницы даурской

Лиственница Чекановского имела кульминацию текущего изменения запаса в 30-летнем возрасте, японская (Кемпфера) – в возрасте 35 лет, при этом высокий прирост отмечен у лиственницы японской (ППП 22) – 28,5 м^3/га. Лиственница Чекановского имела максимум прироста 16,5 м^3/га.

Ранний возраст кульминации текущего изменения запаса экотипов лиственницы, выращенных в Бронницком лесничестве, в почвенно-типологических условиях мезофильных (свежих) сложных суборей (C_2), по сравнению с

естественно формирующимися древостоями (по данным таблиц хода роста), объясняется, прежде всего, завышенной густотой посадки культур (8 000 шт./га), которая в два раза превышает нормативные требования при создании культур хвойных пород.

Другим аргументом против выращивания лесных культур с завышенной густотой посадки является более ранний возраст количественной спелости – от 39 до 49 лет. В этом возрасте еще не исчерпаны все потенциальные возможности лиственницы для использования в полной мере плодородия и увлажнения почв в соответствующих лесорастительных условиях (C_2).

Возраст количественной спелости экотипов лиственницы сибирской зависит от географического происхождения семян и составляет от 39 до 59 лет. Максимум среднего прироста в возрасте 50 лет отмечен у лиственницы из Тарского района Омской области (ППП 3), в возрасте 51-59 лет – в культурах из Раменского городского округа Московской области (ППП 8), Кызылского района Республики Тыва (ППП 9), Ермаковского района Красноярского края (ППП 34) и Братского района Иркутской области (ППП 10). В культурах лиственницы Сукачёва пересечение кривых среднего прироста и текущего изменения запаса зафиксировано в возрасте 40-54 лет. Наиболее поздно (в 51-54 года) отмечена спелость культур из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31), Чердынского гор. округа Пермского края (ППП 21) и Сокольского района Нижегородской области (ППП 39), а также экотипов из Кировской области (ППП 12 и 29). Возраст количественной спелости культур лиственницы европейской составляет от 43 лет до 61 года. Максимум среднего прироста после 50 лет (в 55-61 год) отмечен в культурах из Долинского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 17) и Раменского гор. округа Московской области (ППП 24). В культурах лиственницы даурской количественная спелость наступила в возрасте 44-50 лет, лиственницы Чекановского – в 48 лет, лиственницы японской (Кемпфера) – в 57 лет. Подводя итог под вышесказанным, необходимо подчеркнуть, что наибольшую хозяйственную ценность

представляют экотипы, имеющие возраст количественной спелости в более позднем возрасте (после 50 лет).

Представленные регрессии возрастной динамики таксационных показателей древостоев наглядно показывают различия в закономерностях естественного формирования культур, полученных из семян разного географического происхождения. Асинхронная дифференциация кривых роста и продуктивности древостоев позволяет выбрать наиболее перспективные экотипы для внедрения в лесокультурное производство Московской области.

Из 37 анализируемых экотипов наибольшую продуктивность в 66-летнем возрасте имели культуры лиственницы европейской из Раменского городского округа Московской области (ППП 24) и Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) – 1282,2 и 1104,4 м^3/га, лиственницы японской (Кемпфера) из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22) – 976 м^3/га. Высокой продуктивности достигли культуры лиственницы европейской из Троицкого административного округа Москвы (ППП 37) – 907,5 м^3/га, лиственницы Сукачёва из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39) – 900 м^3/га, а также из Смоленской и Кировской областей (ППП 31, 29 и 12) – 880,3, 761,5 и 747,6 м^3/га. Остальные экотипы лиственниц европейской и Сукачёва имели меньшую продуктивность. В культурах лиственницы сибирской максимальные значения показателя имели экотипы из Тарского района Омской области (ППП 3) и Братского района Иркутской области (ППП 10) – 730,9 и 723,6 м^3/га. Наименьшую продуктивность имели культуры лиственницы сибирской северного и плакорного происхождения (ППП 9 и 30) – 207,9 и 239,5 м^3/га, а также культуры лиственницы даурской (ППП 28 и 35) – 85,7 и 112,3 м^3/га.

Возрастная динамика среднего видового числа

Полнодревесность стволов лиственницы характеризуется видовым числом. Закономерности возрастного изменения среднего видового числа в культурах 37 экотипов лиственницы выявлены на основе формулы:

$$F = \frac{M}{(\sum G \times H)}, \qquad (10)$$

где:

M – запас древостоя, $м^3$/га;

$\sum G$ – сумма площадей поперечных сечений древостоя, $м^2$/га;

H – средняя высота древостоя, м.

Графическая интерпретация динамического изменения среднего видового числа экотипов с возрастом приведена на рисунках 82-85. Чем больше густота древостоя, тем больше видовое число. В процессе возрастного изреживания культур среднее видовое число снижается, что свидетельствует о совершенствовании формы стволов и уменьшении их полнодревесности. В зависимости от географического происхождения семян и интенсивности роста культур темпы снижения среднего видового числа с возрастом различаются. Быстрорастущие экотипы достигли значения среднего видового числа 1 в более раннем возрасте, чем медленно растущие. После 40 лет у них наблюдается относительная стабилизация среднего видового числа, в то время как у остальных экотипов значения показателя продолжают существенно снижаться по мере приближения древостоев к фазе приспевания. Подобное явление объясняется тем, что в быстрорастущих культурах форма ствола среднего дерева совершенствуется в более раннем возрасте, чем в медленно растущих.

Наиболее выраженная дифференциация экотипов по интенсивности снижения среднего видового числа с возрастом наблюдается в культурах лиственниц сибирской и даурской, что связано с существенно различающимися темпами роста отдельных географических разностей этих видов.

В культурах лиственницы сибирской наиболее интенсивное и продолжительное снижение среднего видового числа с возрастом отмечено у низкопродуктивных экотипов из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30). Наименьшая интенсивность снижения среднего видового числа в течение роста отмечена в культурах из Тарского района Омской области (ППП 3), Братского района Иркутской

области (ППП 10) и Ирбейского района Красноярского края (ППП 33). Перечисленные культуры имели наибольшую полнодревесность в 66-летнем возрасте (рисунок 82).

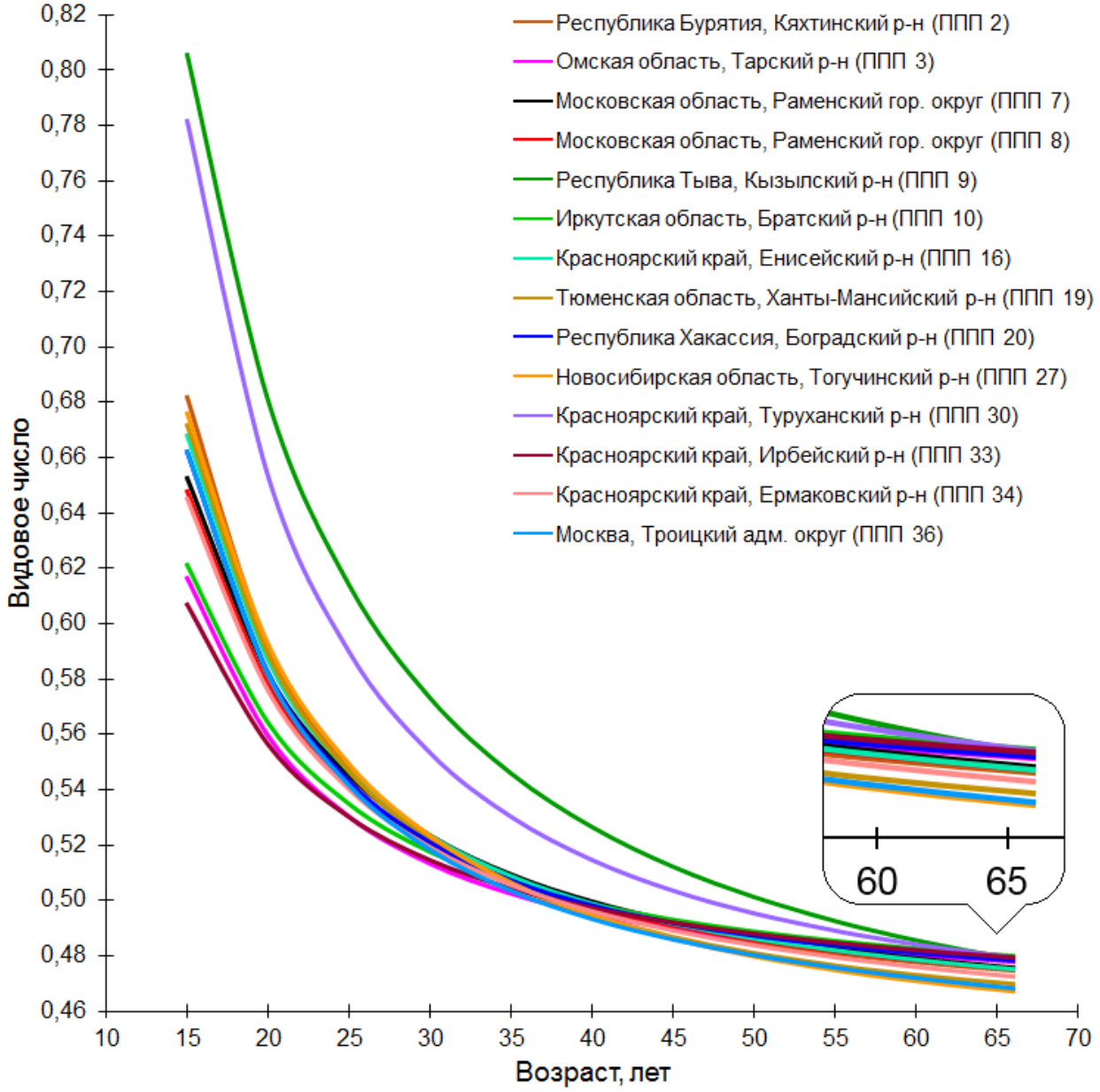


Рисунок 82 – Возрастная динамика среднего видового числа экотипов лиственницы сибирской

Высокопродуктивные экотипы на ППП 3, 10 и 33 в фазе приспевания имеют наибольшую стабильность среднего видового числа и в последующие годы будут иметь наибольшие значения показателя в сравнении с остальными. Перспективным по рассматриваемому показателю является также экотип из

Боградского района Республики Хакассии (ППП 20) не уступая в 66-летнем возрасте омскому (ППП 3). Наименьшей полнодревесностью в фазе приспевания характеризуются культуры из Троицкого административного округа Москвы (ППП 36), Тогучинского района Новосибирской области (ППП 27) и Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19). Остальные экотипы занимают промежуточное положение.

В культурах лиственницы Сукачёва наименьшие значения показателя в процессе роста имеют высокопродуктивные экотипы из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) и Сокольского района Нижегородской области (ППП 39), тем не менее, в сокольских культурах после 50 лет отмечена относительная стабилизация среднего видового числа, что указывает на формирование полнодревесных высококачественных стволов к возрасту спелости. Интенсивные темпы снижения среднего видового числа с возрастом и наибольшую полнодревесность в фазе приспевания имеют низкопродуктивные культуры из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14) и Миасского городского округа Челябинской области (ППП 32). Остальные экотипы занимают промежуточное положение и характеризуются средними темпами снижения среднего видового числа с возрастом (рисунок 83).

В древостоях лиственницы европейской наименьшую полнодревесность в процессе роста имеет экотип из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), что в большей степени связано с редкой начальной густотой посадки культур (4000 шт./га) в сравнении с другими экотипами (рисунок 84).

Наибольшие значения показателя в фазе приспевания имеют культуры из соседнего Долинского района (ППП 17), имеющие начальную густоту посадки 8000 шт./га, как и абсолютное большинство других испытываемых географических разностей. Московские экотипы занимают промежуточное положение и характеризуются средней интенсивностью снижения среднего видового числа с возрастом. Из трех экотипов наибольшую полнодревесность в 66-летнем возрасте имели культуры из Троицкого адм. округа Москвы (ППП 37) и Раменского городского округа Московской области (ППП 24).

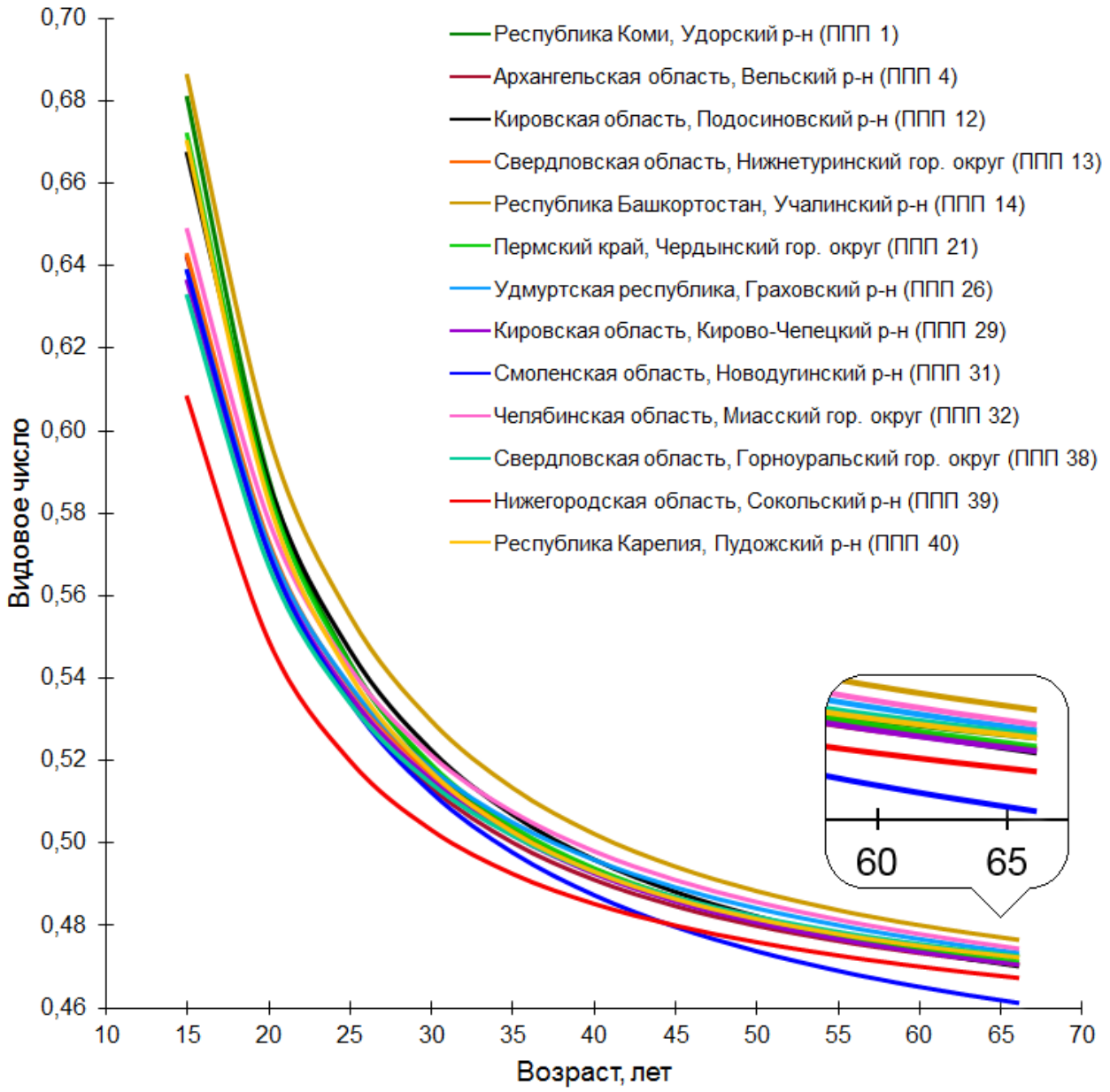


Рисунок 83 – Возрастная динамика среднего видового числа экотипов лиственницы Сукачёва

Среди экотипов лиственницы даурской интенсивное снижение среднего видового числа с возрастом и наибольшие значения показателя в фазе приспевания имеют культуры из Ленского района Республики Саха (ППП 28). Наименьшие значения показателя в аналогичной возрастной стадии отмечены в культурах из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35), на стадиях молодняка и жердняка – в культурах из Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6) (рисунок 85).

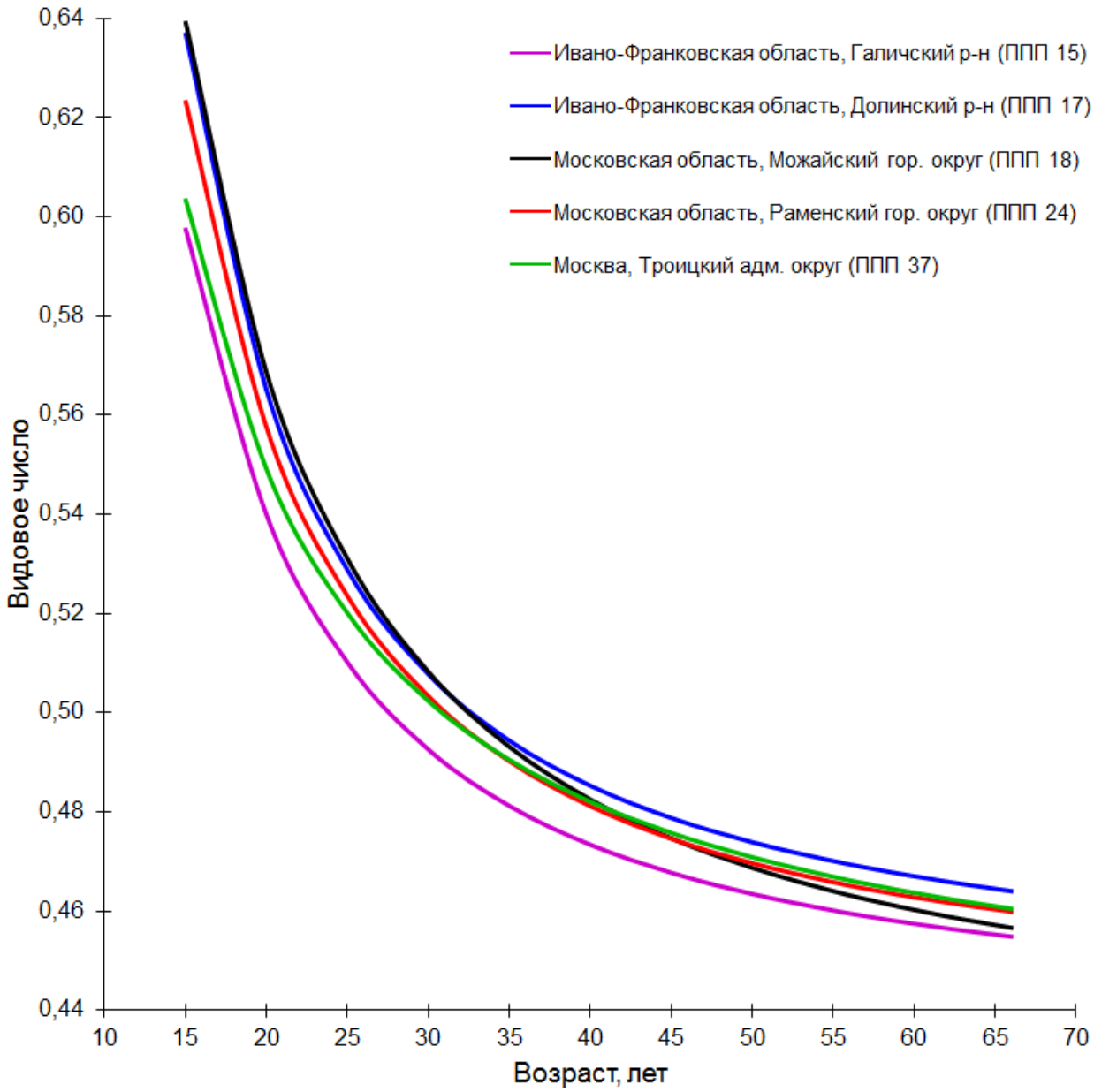


Рисунок 84 – Возрастная динамика среднего видового числа экотипов лиственницы европейской

Вследствие формирования патологического отпада густота и полнота культур лиственницы понизилась, у деревьев, растущих в непосредственной близости с участками патологического отпада, увеличивается прирост по диаметру, вследствие чего сбежистость стволов увеличивается, видовое число снижается. В соответствии с вышесказанным, в культурах с наличием крупных участков патологического отпада среднее видовое число в период с 2010 год по настоящее время продолжает снижаться.

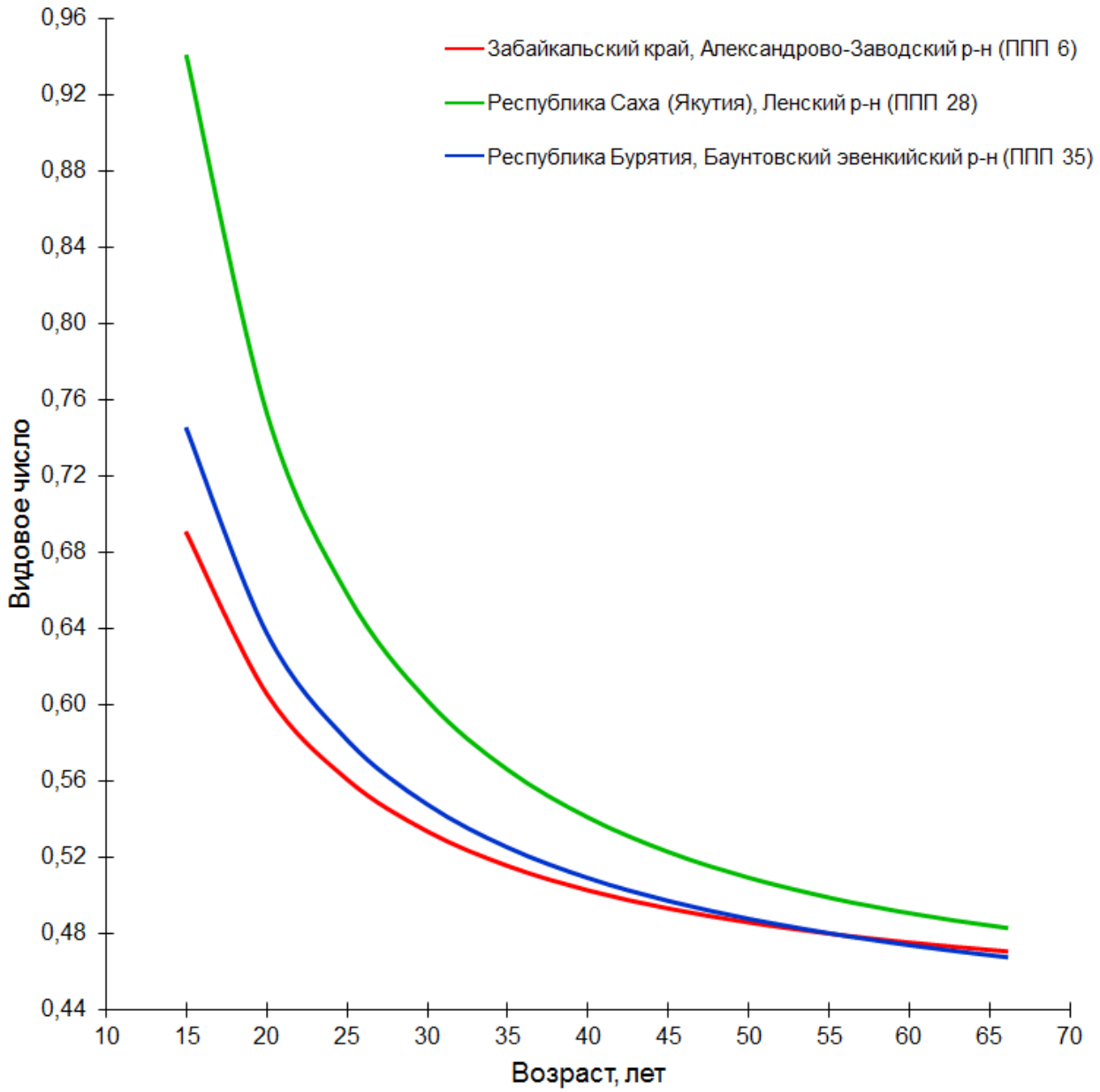


Рисунок 85 – Возрастная динамика среднего видового числа экотипов лиственницы даурской

В целях определения перспективных экотипов, культуры которых характеризуются наибольшей полнодревесностью, проведено ранжирование экотипов по величине среднего видового числа в 66-летнем возрасте (рисунок 86).

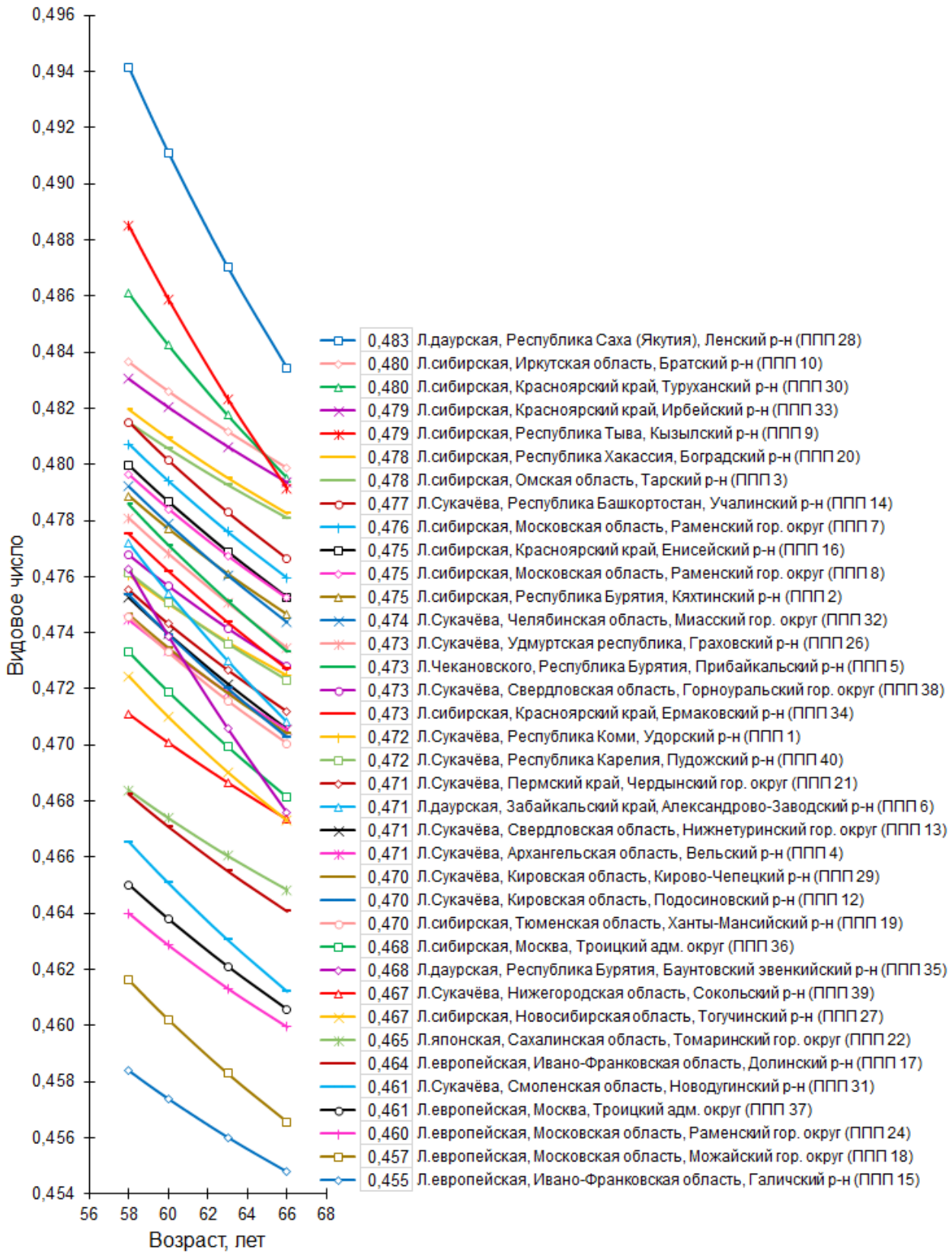


Рисунок 86 – Ранжирование экотипов по величине среднего видового числа в 66-летнем возрасте

Наибольшие показатели имеет лиственница сибирская, наименьшие – европейская, лиственница Сукачёва занимает промежуточное положение.

Результаты и выводы

Выбор перспективных видов и экотипов лиственницы для лесокультурного производства основывался на рассмотрении количественных и качественных показателей чистых 66-летних культур лиственницы, включающих запас стволовой древесины (М), возраст количественной спелости ($А_{к.с.}$), расхождение фактического числа деревьев со значением показателя по модели ($|N_ф-N_м|$) и среднее видовое число (F). На основе анализа вышеуказанных таксационных показателей считаем, что в культурах лиственницы сибирской наиболее перспективными являются экотипы из Тарского района Омской области на ППП 3 (М = 730,9 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 50 лет; $|N_ф-N_м|$ = 9,5 %; F = 0,478) и Братского района Иркутской области на ППП 10 (М = 723,6 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 59 лет; $|N_ф-N_м|$ = 9 %; F = 0,480), высокие показатели имеют культуры из Ирбейского района Красноярского края на ППП 33 (М = 604 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 39 лет; $|N_ф-N_м|$ = 0,5 %; F = 0,479), однако недостатком данного экотипа является ранний возраст количественной спелости.

В культурах лиственницы Сукачёва высокие темпы роста и лучшие показатели в возрасте 66 лет имеют экотипы из Сокольского района Нижегородской (ранее Ивановской) области на ППП 39 (М = 900 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 52 года; $|N_ф-N_м|$ = 11,4 %; F = 0,467) и Новодугинского района Смоленской области на ППП 31 (М = 880,3 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 54 года; $|N_ф-N_м|$ = 1,1 %; F = 0,461). Указанное расхождение фактического числа деревьев со значением показателя по модели в культурах из Нижегородской области (ППП 39) обусловлено усыханием тонкомерных деревьев, представляющих собой потенциальный отпад и не оказывающих существенного влияния на продуктивность древостоя. Заслуживают внимания также культуры из Подосиновского района Кировской области на ППП 12 (М = 747,6 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 51 год; $|N_ф-N_м|$ = 1,3 %; F = 0,470) и Кирово-Чепецкого (ранее Кировского) района на ППП 29 (М = 961,5 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 51 год; $|N_ф-N_м|$ = 6 %; F = 0,470).

В культурах лиственницы европейской интенсивный рост и лучшие показатели имеют экотипы второго поколения из Раменского городского округа

Московской области на ППП 24 (М = 1282,2 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 61 год; $|N_ф-N_м|$ = 2,6 %; F = 0,460) и Троицкого административного округа Москвы (ранее Красно-Пахорского района Московской области) на ППП 37 (М = 907,5 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 45 лет; $|N_ф-N_м|$ = 2,6 %; F = 0,461). Высокой продуктивности достигли культуры первого поколения из Галичского района Ивано-Франковской области Украины на ППП 15 (М = 1104,4 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 44 лет; $|N_ф-N_м|$ = 8,3 %; F = 0,455).

Прирост по диаметру и объему ствола у лиственницы европейской выше, чем у лиственниц Сукачёва и сибирской, поэтому она по накоплению стволовой массы и запасу занимает первое место, однако, по данным профессора В.П. Тимофеева, масса древесины у нее значительно меньше, чем у лиственницы Сукачёва. В результате прирост и запас по весовой массе у лиственниц Сукачёва и сибирской выше, чем у европейской [148]. Другими недостатками культур лиственницы европейской являются низкая полнодревесность и большое количество искривленных стволов, а также ранний возраст количественной спелости (за исключением древостоя на ППП 24). Исходя из вышесказанного, следует отметить, что наилучшее качество древесины имеют вышеперечисленные экотипы лиственниц сибирской и Сукачёва.

Лиственница японская (Кемпфера) из Сахалиской области имеет интенсивный рост и высокие показатели (М = 976 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 57 лет; $|N_ф-N_м|$ = 23,5 %; F = 0,465), однако существенным недостатком экотипа является низкая устойчивость к засухе, в связи с чем внедрение лиственницы Кемпфера в лесокультурное производство не рекомендуется.

Культуры лиственницы даурской имеют медленный рост, высокие темпы самоизреживания, низкую продуктивность и в фазе приспевания представлены рединами. Экотип лиственницы Чекановского имеет средние таксационные показатели и низкую устойчивость к климатическим аномалиям. В связи с вышесказанным, в условиях Московской и сопредельных областей эти виды лиственницы не являются перспективными.

РУБКИ УХОДА В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ

Сведения о проведённых рубках ухода

На протяжении трех лет после посадки рабочие лесничества проводили тщательный уход за географическими культурами. Междурядья и просеки были засеяны клевером с тимофеевкой и до смыкания крон деревьев на них проводили сенокошение. До 1959 года проводились только агротехнические уходы.

В процессе роста в культурах большинства экотипов проводили рубки ухода и убирали часть живых деревьев. Рубки ухода проводились в период с 1959 по 1983 год, в рубку назначались отставшие в росте, усыхающие деревья потенциального отпада и возобновившиеся естественным образом лиственные породы (береза и осина). Сведения о проведённых разреживаниях в чистых и смешанных географических культурах лиственниц сибирской, Сукачёва и европейской приведены в таблицах 22-27. Данные по остальным видам лиственницы не приводятся, т.к. они представлены единичными экотипами и имеют меньшую хозяйственную ценность.

Первые рубки ухода проведены в декабре 1959 года (в 7 лет) в чистых и лиственнично-сосновых посадках. В культурах лиственницы сибирской уход проводился в 12 из 14 экотипов, вырублено 1332 дерева лиственницы с общим запасом 1,9 м^3. В культурах лиственницы Сукачёва рубка проведена в 12 из 13 экотипов, вырублено 5416 деревьев лиственницы с общим запасом 7,7 м^3. В культурах лиственницы европейской рубка проводилась в 4 из 5 экотипов, вырублено 2052 дерева лиственницы с общим запасом 2,9 м^3. Вырубленная лиственница сбыта не имела и была передана населению. Вырубленная сосна была отпущена колхозам на витаминную подкормку скоту. Разреживание не проводилось на участках № 1, 2, 11 и 15 вследствие того, что на участках № 1 и 2 культуры лиственниц сибирской и Сукачёва в первые годы роста имели высокий отпад, на участке № 11 была высажена лиственница сибирская алтайской расы, характеризующаяся высоким отпадом деревьев, экотип № 15, представленный лиственницей европейской из Галичского района Ивано-Франковской

области (Украина), имел начальную редкую посадку 4 000 сеянцев на гектаре, в то время как остальные экотипы имели начальную густоту 8 000 шт./га.

Повторный уход в чистых культурах проводился спустя три года в 1962 году (в 10 лет). Разреживания не проводились в культурах экотипа № 11 лиственницы сибирской, представленных к тому времени единичными деревьями, а также в экотипах № 17 и 37 лиственницы европейской. По нашему мнению, отсутствие ухода связано с тем, что культуры экотипа № 17 интенсивно самоизреживались в первые годы роста и к 10 годам имели низкую густоту. На соседнем участке № 37 отсутствие ухода в 10 лет объясняется тем, что предшествующее мероприятие проведено с завышенной интенсивностью, в связи с чем целесообразность проведения повторного ухода через три года отсутствовала.

В декабре 1968 года были проведены рубки ухода в культурах лиственницы с липой и клёном, в рубку назначались только деревья лиственницы. В культурах лиственницы сибирской вырублено 1451 дерево с запасом 14 м^3, в культурах лиственницы Сукачёва – 1137 деревьев с запасом 12,7 м^3, в культурах лиственницы европейской – 243 дерева с общим запасом 3,5 м^3. Заготовленный хворост сжигался на просеках.

В 1974 году (в 21 год) проведено прореживание в чистых и смешанных лиственнично-сосновых культурах. Уход проводился во всех экотипах. В чистых культурах лиственницы сибирской вырублено 2016 деревьев с общим запасом 59 м^3, в культурах лиственницы Сукачёва – 1949 деревьев с запасом 59,2 м^3, в культурах лиственницы европейской – 876 деревьев с запасом 32,4 м^3. В смешанных культурах с участием лиственницы сибирской вырублено 752 дерева лиственницы с общим запасом 18,1 м^3, в культурах с участием лиственницы Сукачёва – 667 деревьев лиственницы с запасом 19,1 м^3, в культурах с участием лиственницы европейской – 282 дерева лиственницы с запасом 11,7 м^3. Уход не проводился на участках № 11 и 25 т.к. культуры выпали до проведения третьего разреживания. В смешении с сосной уход не проводился на участке № 24.

Таблица 22 – Сведения о проведенных рубках ухода в чистых и смешанных географических культурах лиственницы сибирской за период с 1959 по 1974 год

№ ППП	Географическое происхождения экотипов лиственницы сибирской	1959 г., рубка ухода в чистых и смешанных лиственнично-сосновых культурах				1968 г., рубка ухода в смешанных лиственнично-липово-кленовых культурах		1974 г., рубка ухода в чистых культурах	
		Лиственница		Сосна					
		Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	-	-	267	0,38	77	0,02	95	2,60
3	Омская область, Тарский р-н	504	0,72	207	0,24	8	0,15	126	4,35
7	Московская область, Раменский гор. округ	696	1,00	219	0,31	179	2,81	177	5,15
8	Московская область, Раменский гор. округ	588	0,84	177	0,25	199	2,78	166	4,59
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	468	0,67	126	0,18	13	0,03	26	0,38
10	Иркутская область, Братский р-н	612	0,87	159	0,23	54	0,59	179	5,77
16	Красноярский край, Енисейский р-н	480	0,68	153	0,22	129	0,90	190	5,38
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	528	0,75	114	0,16	125	0,88	195	5,36
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	442	0,63	-	-	97	0,68	144	4,25
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	240	0,34	318	0,45	3	0,03	135	3,59
30	Красноярский край, Туруханский р-н	-	-	288	0,41	60	0,06	86	1,30
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	624	0,89	114	0,16	218	3,48	162	6,19
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	432	0,61	180	0,26	107	1,07	166	4,92
36	Москва, Троицкий адм. округ	276	0,40	219	0,31	182	0,57	169	5,14
Итого:		1332	1,90	2541	3,56	1451	14,04	2016	58,97

Таблица 23 – Сведения о проведенных рубках ухода в чистых и смешанных географических культурах лиственницы сибирской за период с 1974 по 1983 год

№ ППП	Географическое происхождения экотипов	1974 г., рубка ухода в смешанных лиственнично-сосновых культурах				1983 г., рубка ухода в чистых и смешанных лиственнично-еловых культурах			
		Лиственница		Сосна		Лиственница		Ель	
		Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	21	0,30	58	5,75	75	4,02	38	1,51
3	Омская область, Тарский р-н	55	1,30	43	2,90	60	5,27	41	1,08
7	Московская область, Раменский гор. округ	59	1,37	64	3,34	128	7,43	23	0,60
8	Московская область, Раменский гор. округ	65	1,42	56	3,51	134	6,19	21	0,55
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	2	0,01	35	3,98	32	1,11	32	1,14
10	Иркутская область, Братский р-н	54	1,31	40	2,72	109	5,70	48	1,89
16	Красноярский край, Енисейский р-н	32	0,74	37	4,13	81	5,81	109	3,66
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	58	1,46	45	2,98	76	5,71	67	2,30
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	125	3,23	174	9,42	117	6,02	74	2,30
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	31	0,46	19	2,33	95	5,98	59	1,60
30	Красноярский край, Туруханский р-н	11	0,08	30	4,77	72	1,68	83	1,68
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	64	1,72	35	2,59	99	6,54	114	2,55
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	71	2,34	54	2,64	80	5,38	126	3,30
36	Москва, Троицкий адм. округ	104	2,33	70	5,93	115	7,11	96	4,07
Итого:		752	18,07	760	56,99	1273	73,95	931	28,23

Таблица 24 – Сведения о проведенных рубках ухода в чистых и смешанных географических культурах лиственницы Сукачёва за период с 1959 по 1974 год

№ ППП	Географическое происхождения экотипов	1959 г., рубка ухода в чистых и смешанных лиственнично-сосновых культурах				1968 г., рубка ухода в смешанных лиственнично-липово-кленовых культурах		1974 г., рубка ухода в чистых культурах	
		Лиственница		Сосна					
		Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$
1	Республика Коми, Удорский р-н	-	-	219	0,31	11	0,31	182	5,81
4	Архангельская область, Вельский р-н	432	0,60	222	0,32	57	0,45	144	3,44
12	Кировская область, Подосиновский р-н	276	0,40	57	0,08	20	0,20	183	4,54
13	Свердловская область, Нижнетуринский гор. округ	132	0,19	213	0,30	32	0,32	197	5,21
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	624	0,90	213	0,30	89	0,98	148	3,70
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	264	0,38	249	0,35	295	0,90	110	3,79
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	696	1,00	291	0,41	57	0,90	157	5,41
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	492	0,70	159	0,23	95	1,24	148	5,39
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	312	0,44	237	0,34	-	-	112	3,49
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	840	1,20	207	0,30	69	0,14	185	4,48
38	Свердловская область, Горноуральский гор. округ	276	0,39	123	0,17	-	-	120	3,89
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	504	0,72	129	0,18	190	3,44	127	5,45
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	568	0,81	90	0,13	222	3,77	136	4,55
Итого:		5416	7,73	2409	3,42	1137	12,65	1949	59,15

Таблица 25 – Сведения о проведенных рубках ухода в чистых и смешанных географических культурах лиственницы Сукачёва за период с 1974 по 1983 год

№ ППП	Географическое происхождения экотипов	1974 г., рубка ухода в смешанных лиственнично-сосновых культурах				1983 г., рубка ухода в чистых и смешанных лиственнично-еловых культурах			
		Лиственница		Сосна		Лиственница		Ель	
		Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$
1	Республика Коми, Удорский р-н	71	1,23	57	5,52	53	3,02	4	0,10
4	Архангельская область, Вельский р-н	63	1,23	51	4,15	95	9,42	32	0,96
12	Кировская область, Подосиновский р-н	57	0,84	37	3,67	62	2,85	75	2,99
13	Свердловская область, Нижнетуринский гор. округ	49	1,11	59	4,53	23	1,94	89	6,52
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	55	0,68	46	3,74	97	5,87	82	4,43
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	31	0,63	34	3,25	82	6,36	54	2,84
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	29	0,65	34	3,29	78	4,42	48	1,38
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	31	0,98	33	3,59	108	9,70	32	0,95
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	31	0,83	30	4,29	-	-	-	-
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	43	1,00	32	4,01	-	-	-	-
38	Свердловская область, Горноуральский гор. округ	59	5,45	54	4,07	-	-	-	-
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	87	3,68	56	3,76	134	12,24	60	2,17
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	61	0,76	80	5,21	81	5,40	57	2,15
Итого:		667	19,07	603	53,08	813	61,22	533	24,49

Таблица 26 – Сведения о проведенных рубках ухода в чистых и смешанных географических культурах лиственницы европейской за период с 1959 по 1974 год

№ ППП	Географическое происхождения экотипов	1959 г., рубка ухода в чистых и смешанных лиственнично-сосновых культурах				1968 г., рубка ухода в смешанных лиственнично-липово-кленовых культурах		1974 г., рубка ухода в чистых культурах	
		Лиственница		Сосна					
		Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	-	-	165	0,23	4	0,06	158	7,59
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	420	0,60	153	0,22	28	0,20	146	4,24
18	Московская область, Можайский гор. округ	540	0,77	222	0,32	26	1,53	211	6,47
24	Московская область, Раменский гор. округ	516	0,73	252	0,36	185	1,70	177	7,43
37	Москва, Троицкий адм. округ	576	0,82	-	-	-	-	184	6,69
Итого:		2052	2,92	792	1,13	243	3,48	876	32,42

Таблица 27 – Сведения о проведенных рубках ухода в чистых и смешанных географических культурах лиственницы европейской за период с 1974 по 1983 год

№ ППП	Географическое происхождения экотипов	1974 г., рубка ухода в смешанных лиственнично-сосновых культурах				1983 г., рубка ухода в чистых и смешанных лиственнично-еловых культурах			
		Лиственница		Сосна		Лиственница		Ель	
		Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$	Кол-во дер., шт.	Запас, $м^3$
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	52	2,69	24	1,52	20	1,07	81	3,00
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	72	1,35	49	2,30	75	5,92	92	3,66
18	Московская область, Можайский гор. округ	65	2,26	51	2,90	89	7,60	72	3,18
24	Московская область, Раменский гор. округ	-	-	-	-	65	9,02	46	1,15
37	Москва, Троицкий адм. округ	93	5,40	58	3,50	69	6,61	87	3,50
Итого:		282	11,70	182	10,22	318	30,22	378	14,49

Осенью 1983 года (в 31 год) проведены последние рубки ухода в чистых и смешанных лиственнично-еловых посадках. В культурах лиственницы сибирской вырублено 1273 дерева лиственницы с общим запасом 74 м^3, в культурах лиственницы Сукачёва рубка проведена в 10 из 13 экотипов, вырублено 813 деревьев лиственницы с запасом 61,2 м^3, в культурах лиственницы европейской вырублено 318 деревьев лиственницы с общим запасом 30,2 м^3. Уход не проводился в культурах лиственницы Сукачёва на участках № 31, 32 и 38. Заготовленная древесина была реализована населению.

За период с 1983 года по настоящее время активных лесохозяйственных мероприятий на объекте не проводилось, за исключением уборки сухостоя. Последние мероприятия по уходу за географическими культурами проведены в ноябре 2015 года. В состав работ входила уборка сломанных деревьев и валежника в объёме 982 м^3, рубка поросли мягколиственных пород и кустарника – 491 м^3, сбор и укладка хвороста, порубочных остатков – 1473 м^3.

Вследствие перегущенности чистых и смешанных культур по мере роста происходит накопление сухостоя за счёт усыхания угнетённых и отстающих в росте деревьев, а также вследствие развития патологического отпада.

Возрастная динамика чистых географических культур под воздействием рубок ухода

Возрастная динамика изреживания экотипов лиственницы в чистых культурах под воздействием рубок ухода представлена по данным контрольных рядов (рисунки 87-89). Интенсивность проводимых разреживаний определялась темпами роста культур, иными словами, уход проводился в соответствии с лесоводственной необходимостью.

В культурах лиственницы сибирской лучшей сохранностью на стадиях молодняка и жердняка отличался экотип из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33), в фазе средневозрастных древостоев – из Тарского района Омской области (ППП 3) и Братского района Иркутской области (ППП 10).

В культурах лиственницы Сукачёва до смыкания крон наибольшую сохранность имел экотип из Миасского городского округа Челябинской

области (ППП 32), после третьего ухода – из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26).

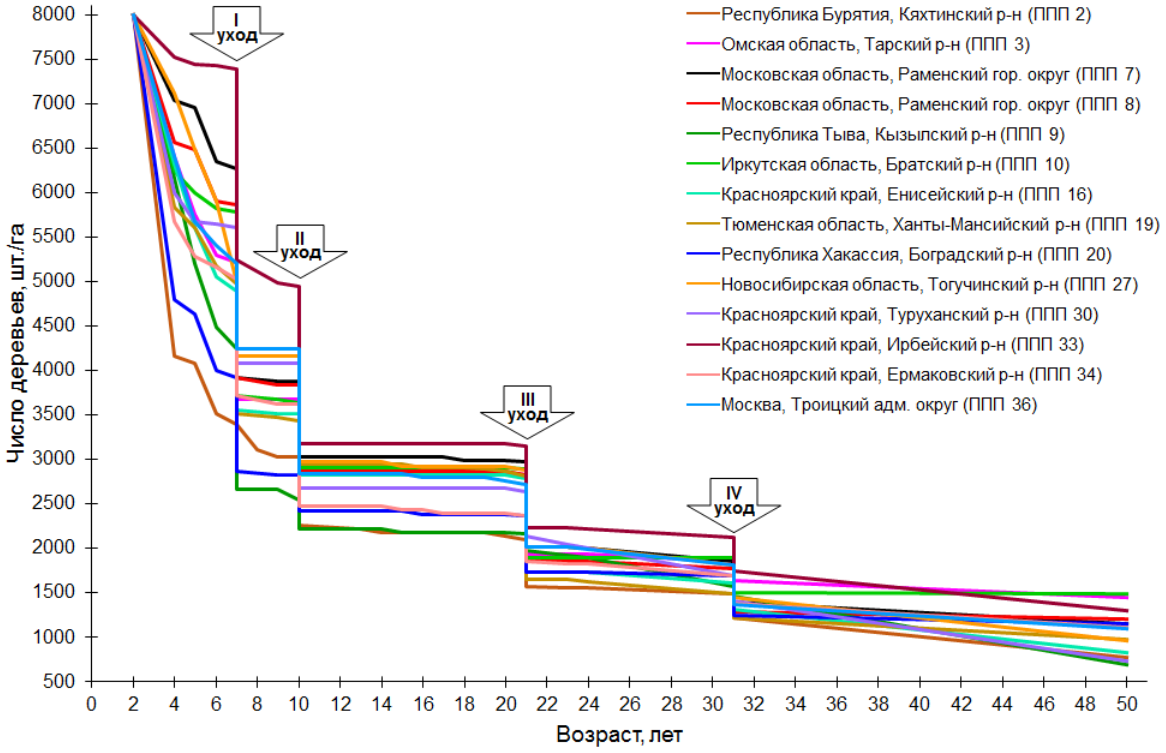


Рисунок 87 – Возрастная динамика изреживания экотипов лиственницы сибирской по данным контрольных рядов под воздействием рубок ухода

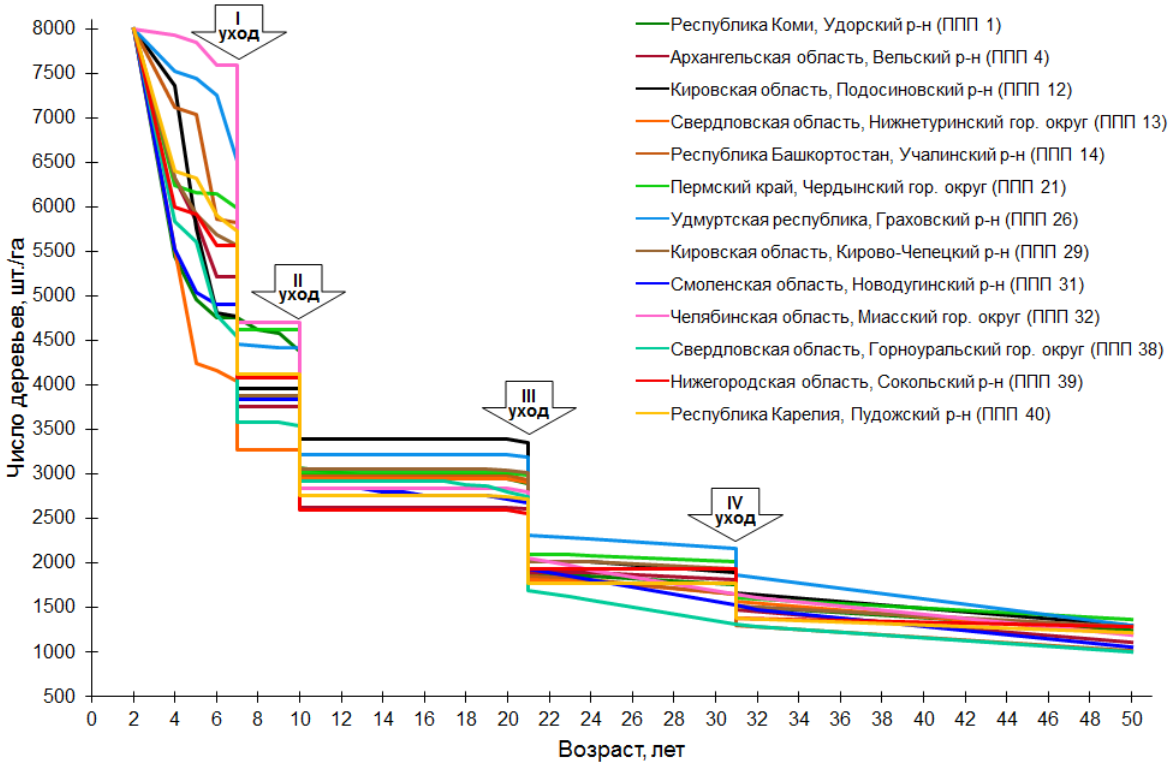


Рисунок 88 – Возрастная динамика изреживания экотипов лиственницы Сукачёва по данным контрольных рядов под воздействием рубок ухода

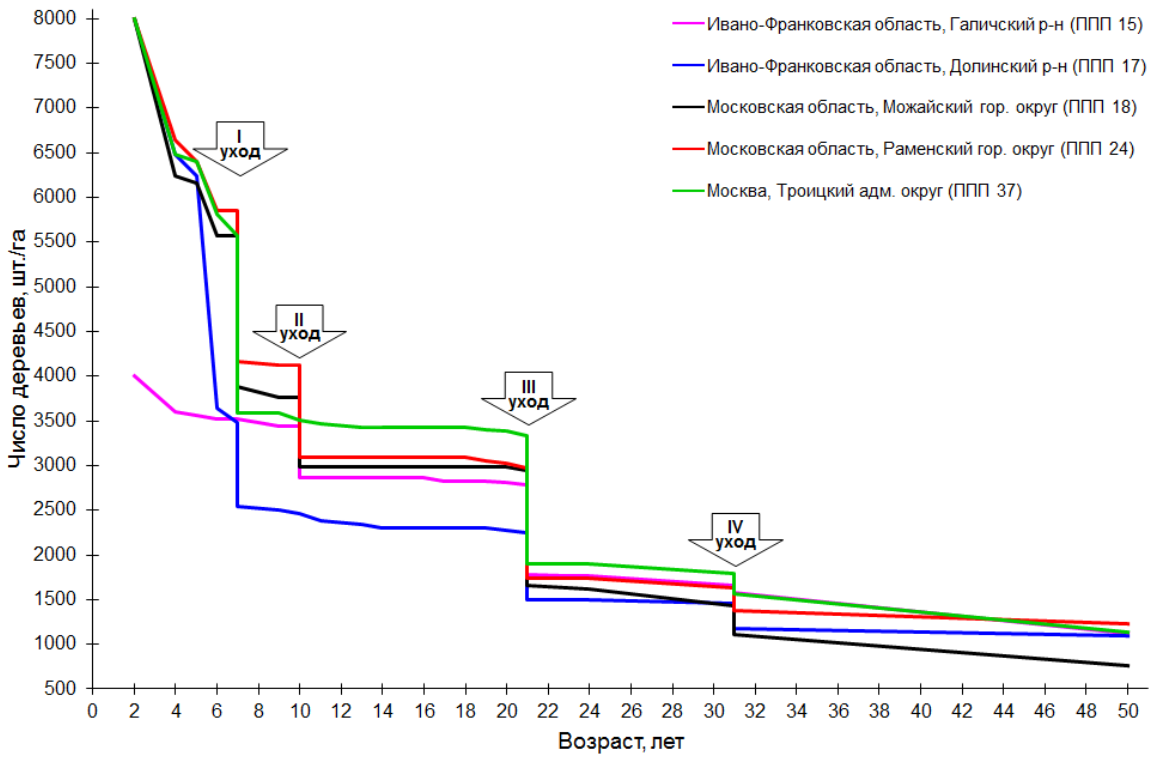


Рисунок 89 – Возрастная динамика изреживания экотипов лиственницы европейской по данным контрольных рядов под воздействием рубок ухода

Среди экотипов лиственницы европейской до смыкания крон наибольшую густоту имели культуры из Раменского городского округа Московской области (ППП 24), впоследствии уступив экотипу из Троицкого административного округа Москвы (ППП 37).

Проведенные рубки ухода оказали существенное влияние на динамику суммы площадей поперечных сечений и запаса экотипов. Наиболее интенсивные рубки проведены в культурах быстрорастущих экотипов.

В культурах лиственницы сибирской максимальную абсолютную полноту после второго ухода имели культуры из Тарского района Омской области (ППП 3) и Ирбейского района Красноярского края (ППП 33). После интенсивного третьего ухода вышеуказанные экотипы уступили позиции культурам из Боградского района Республики Хакассии (ППП 20) и Троицкого административного округа Москвы (ППП 37). После четвертого ухода культуры из Тарского района Омской области (ППП 3) заняли лидирующее положение по рассматриваемому показателю (рисунок 90).

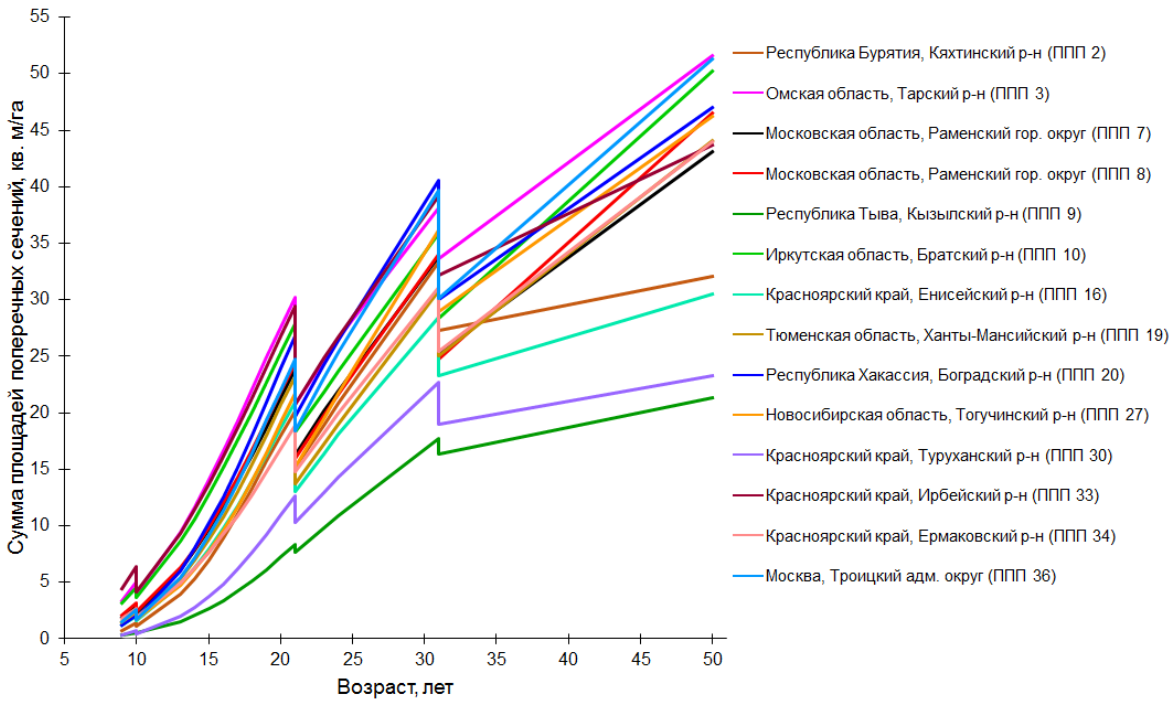


Рисунок 90 – Возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений экотипов лиственницы сибирской под воздействием рубок ухода

В культурах лиственницы Сукачёва интенсивный рост по сумме площадей поперечных сечений имел экотип из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39). Интенсивные рубки ухода упрочили позиции экотипа в процессе роста. Вторую позицию в интервале между вторым и третьим уходом заняли культуры из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26), впоследствии – культуры из Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21) (рисунок 91).

В культурах лиственницы европейской наиболее высокие значения показателя на протяжении роста имел экотип из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), что объясняется редкой густотой посадки культур – 4 000 шт./га, и, как следствие этого, интенсивным ростом по диаметру. Культуры из Раменского городского округа Московской области (ППП 24) после четвертого ухода имели наиболее интенсивный рост, что частично связано с непосредственным примыканием культур к свободным полям, образовавшимся в результате усыхания лиственницы даурской из Республики Саха (ППП 23) и лиственницы сибирской из Восточно-Казахстанской области (ППП 25) в течение 16 и 22 лет после закладки культур, в результате

чего у деревьев лиственницы европейской, находящихся в опушечных рядах, в результате сократившейся конкуренции за почвенно-световые ресурсы уменьшился отпад и увеличился прирост в толщину. Описанные условия роста имеют только культуры на ППП 24 (рисунок 92).

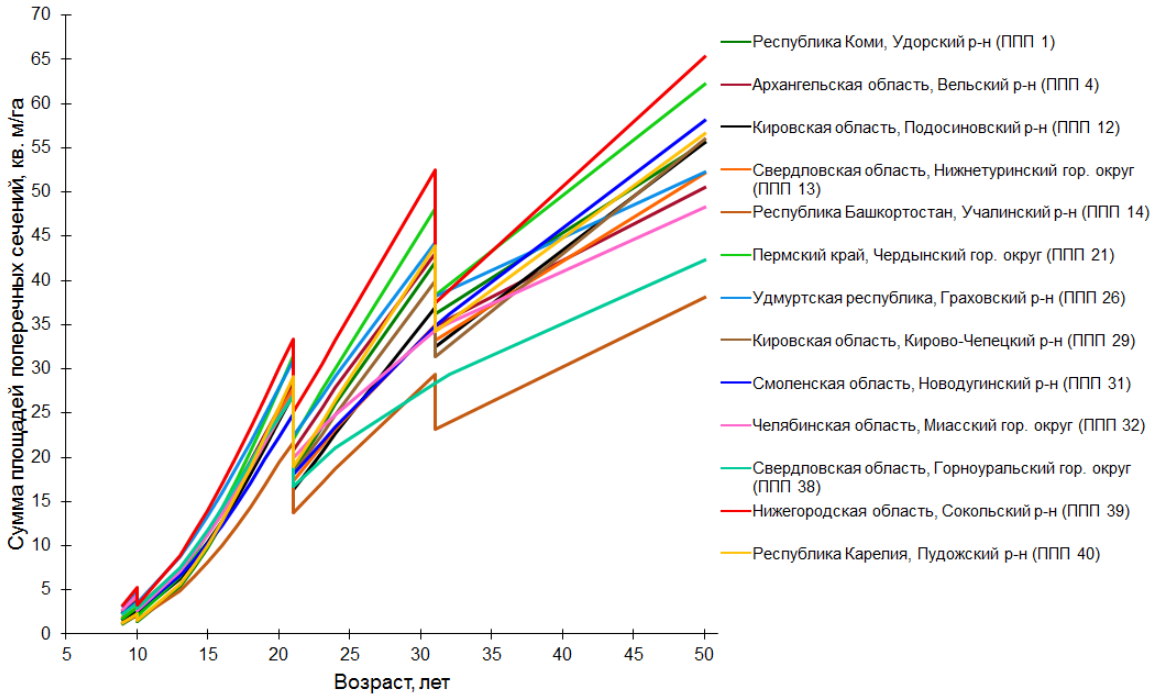


Рисунок 91 – Возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений экотипов лиственницы Сукачёва под воздействием рубок ухода

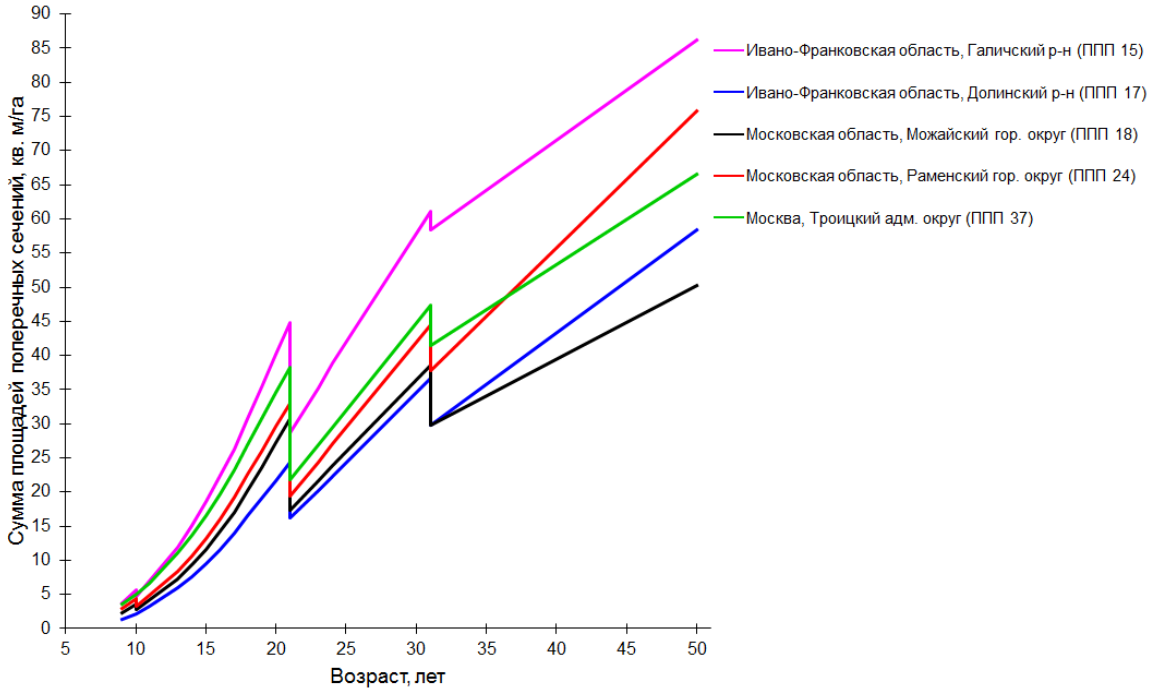


Рисунок 92 – Возрастная динамика суммы площадей поперечных сечений экотипов лиственницы европейской под воздействием рубок ухода

Запас культур имеет аналогичные закономерности, что и сумма площадей поперечных сечений, т.к. непосредственно связан с ней. Чем больше абсолютная полнота и меньше интенсивность изреживания, тем больше продуктивность древостоя.

Сведения об интенсивности проведенных уходов по данным контрольных рядов приведены в таблице 28. В культурах лиственницы сибирской интенсивность первого разреживания составляла 16,5-37,4 %, второго – 12,7-35,8 %, третьего – 8,4-41 %, четвертого – 7,4-26,8 %. В культурах лиственницы Сукачёва интенсивность первого ухода составляла 16,9-38 %, второго – 9,9-39,5 %, третьего – 24,2-39,8 %, четвертого – 5,1-28,5 %. В культурах лиственницы европейской первый уход проведен с интенсивностью 26,7-35,6 %, второй – 16,5-25 %, третий – 33,6-43,8 %, четвёртый – 4,4-22,6 %. Исходя из вышеизложенного, видно, что во всех экотипах четвертый уход имел меньшую интенсивность в сравнении с третьим, при этом наиболее интенсивное разреживание в 21 год проведено в культурах лиственницы европейской.

Таблица 28 – Интенсивность рубок ухода в чистых географических культурах по данным контрольных рядов

№ ПП	География происхождения семян	Возраст (год) разреживаний			
		7 лет (1959 г.)	10 лет (1962 г.)	21 год (1973 г.)	31 год (1983 г.)
Лиственница сибирская					
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	-	25,3	25,0	18,3
3	Омская область, Тарский р-н	29,5	22,0	31,4	11,8
7	Московская область, Раменский гор. округ	37,4	21,9	32,0	25,1
8	Московская область, Раменский гор. округ	33,1	25,3	34,3	26,8
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	37,1	12,7	8,4	7,4
10	Иркутская область, Братский р-н	35,7	20,0	34,3	20,9
16	Красноярский край, Енисейский р-н	27,3	19,5	37,7	18,3
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	29,3	14,1	41,0	18,5
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	26,8	14,3	26,5	26,1
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	16,5	28,7	30,0	20,1
30	Красноярский край, Туруханский р-н	26,7	34,3	18,8	16,3
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	29,1	35,8	29,9	17,9
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	26,2	31,8	21,7	18,1
36	Москва, Троицкий адм. округ	18,3	33,0	25,8	24,3
Лиственница Сукачёва					
1	Республика Коми, Удорский р-н	-	29,8	36,2	13,8
4	Архангельская область, Вельский р-н	27,9	30,1	27,1	19,0
12	Кировская область, Подосиновский р-н	16,9	14,3	39,8	11,9
13	Свердловская область, Нижнетуринский гор. округ	19,0	9,9	37,5	5,1
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	34,0	22,1	36,6	21,3

№ ПП	География происхождения семян	Возраст (год) разреживаний			
		7 лет (1959 г.)	10 лет (1962 г.)	21 год (1973 г.)	31 год (1983 г.)
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	22,8	34,8	29,8	20,3
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	31,6	27,1	27,7	13,8
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	30,4	21,3	32,9	21,3
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	21,8	25,8	27,7	-
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	38,0	39,5	26,5	-
38	Свердловская область, Горноуральский гор. округ	20,9	17,4	38,3	-
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	26,7	36,4	24,2	28,5
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	28,1	33,0	34,8	22,1
Лиственница европейская					
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	-	16,5	36,2	4,4
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	26,7	-	33,6	18,8
18	Московская область, Можайский гор. округ	30,4	20,4	43,8	22,6
24	Московская область, Раменский гор. округ	28,9	25,0	41,2	15,3
37	Москва, Троицкий адм. округ	35,6	-	43,0	12,3

В культурах лиственницы сибирской максимальную продуктивность на стадиях молодняка и жердняка имели экотипы из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33) и Тарского района Омской области (ППП 3), последний имел наибольший запас после 30 лет. На третьей позиции по продуктивности в течение первых двух классов возраста находились культуры из Братского района Иркутской области (ППП 10). После четвертого разреживания темпы роста культур на ППП 33 понизились, и к 50 годам экотип занял четвертую позицию, уступив вышеупомянутым, а также культурам из Троицкого административного округа Москвы (ППП 36) (рисунок 93).

Среди экотипов лиственницы Сукачёва интенсивный рост имели культуры из Сокольского района Нижегородской области (ППП 39). Вторую позицию до четвертого ухода занимали культуры из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26), уступив впоследствии экотипу из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) (рисунок 94).

В культурах лиственницы европейской наибольший запас имел экотип из Галичского района Ивано-Франковской области (ППП 15). Слабая интенсивность четвертого ухода в этих культурах объясняется сравнительно низкой густотой. На стадии молодняка второе место по росту занимал экотип из Троицкого административного округа Москвы (ППП 37), после 40 лет – экотип из Раменского городского округа (ППП 24) (рисунок 95).

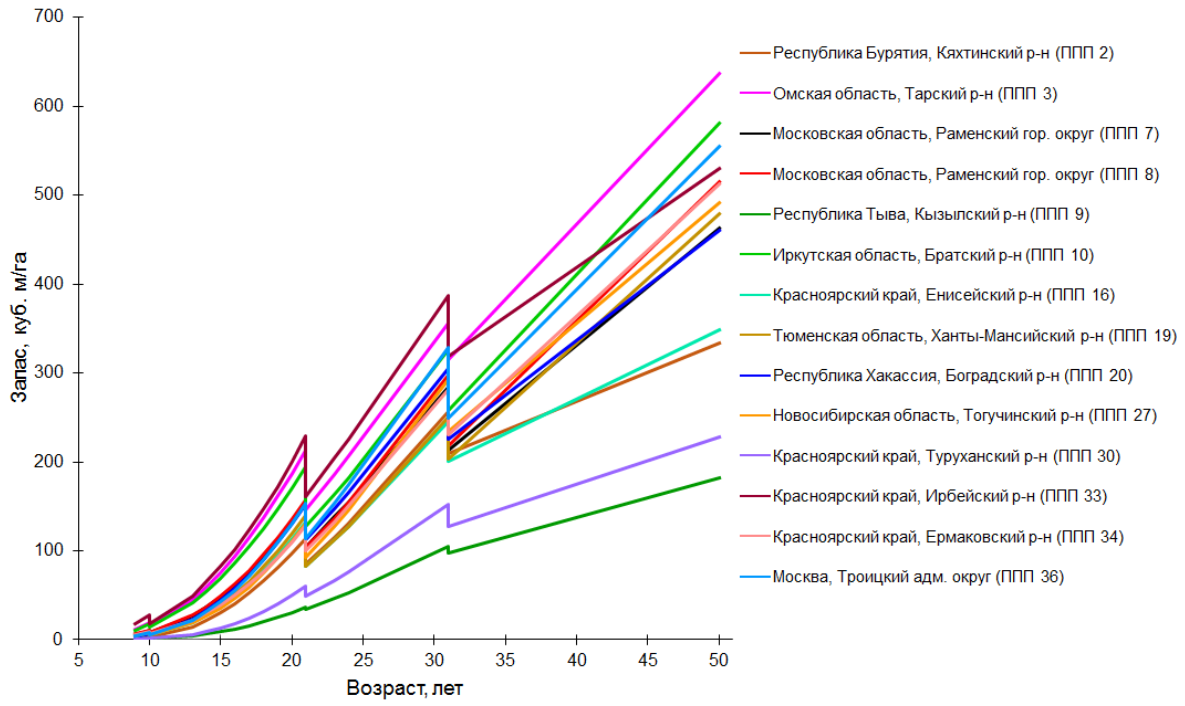


Рисунок 93 – Возрастная динамика запаса экотипов лиственницы сибирской под воздействием рубок ухода

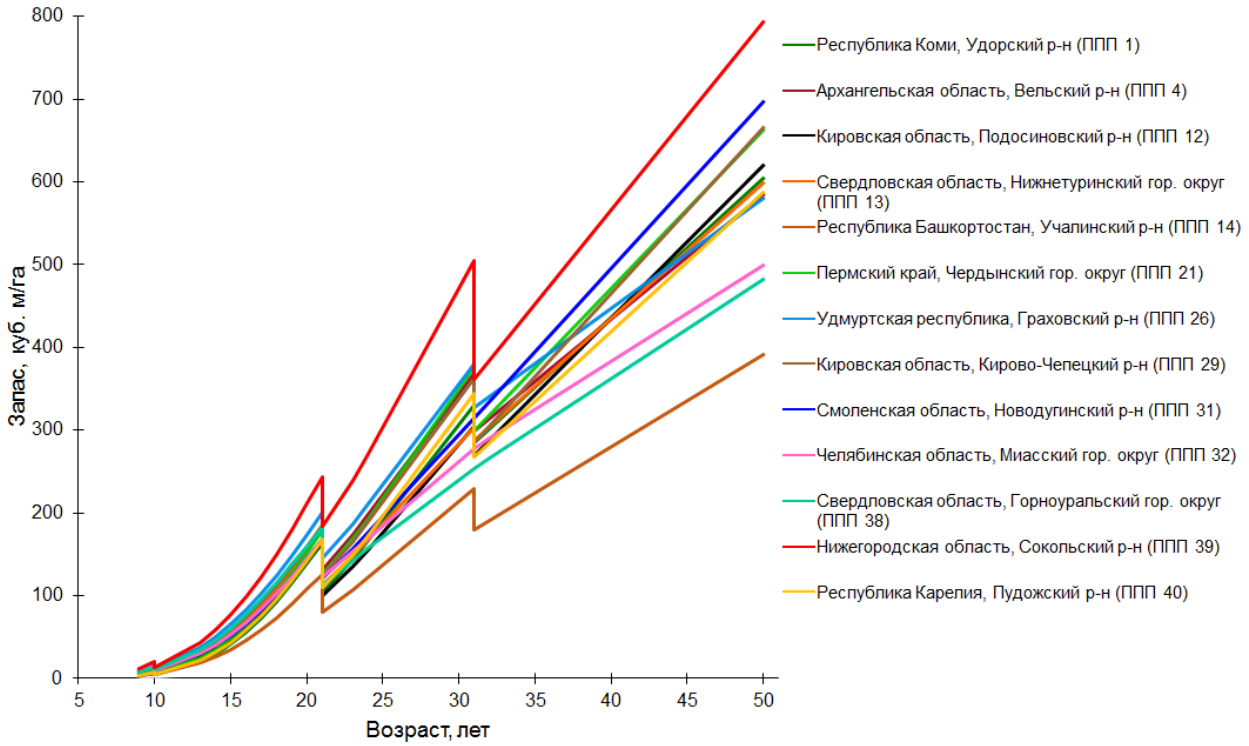


Рисунок 94 – Возрастная динамика запаса экотипов лиственницы Сукачёва под воздействием рубок ухода

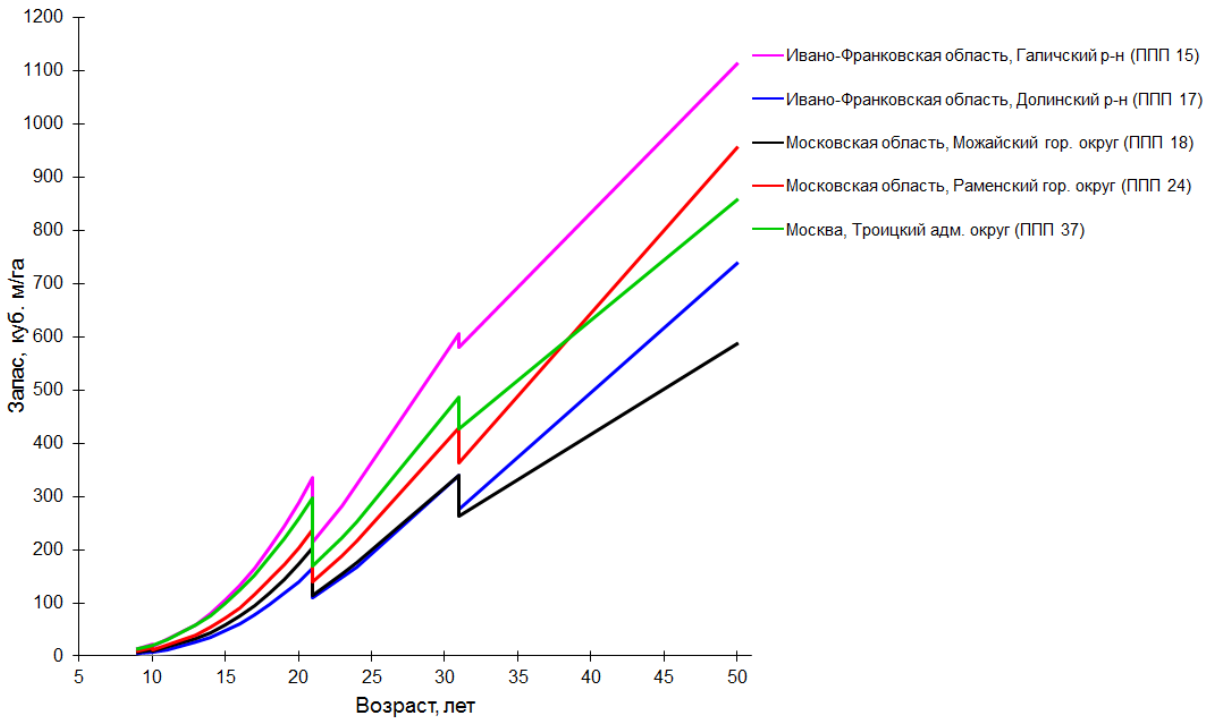


Рисунок 95 – Возрастная динамика запаса экотипов лиственницы европейской под воздействием рубок ухода

Эффективность проведенных разреживаний в чистых географических культурах оценивается на основе анализа формы распределений числа деревьев по толщине, относящихся к экотипам лиственницы в возрасте 66 лет. В настоящее время лесные культуры находятся в фазе приспевания, в которой естественно формирующиеся древостои имеют форму распределения, близкую к нормальной. Для примера взяты 4 экотипа, относящиеся к лиственницам сибирской и Сукачёва, в культурах которых по данным 2018 года отсутствует патологический отпад. После 31 года рубки ухода не проводились и происходило только естественное самоизреживание культур. Во избежание искажения результатов распределения, из расчета систематически исключены опушечные деревья.

Для объективной оценки формы распределений числа деревьев по толщине осуществлен переход от ступеней толщины к десяти классовым промежуткам, для чего построены вариационные ряды. В 66-летних культурах на постоянных пробных площадях количество деревьев превышает 100 шт., поэтому полученные распределения достоверно описывают процессы, происходящие в древостоях.

Сглаживание эмпирических частот проведено с помощью программы Leskaf, разработанной профессором В.К. Хлюстовым. По каждому экотипу в программу введены значения эмпирических частот, произведен расчет и получен теоретический ряд распределения. Об успешности аппроксимации эмпирического ряда можно судить по значениям расчётного χ^2-Пирсона, находящегося в пределах от 2,8 до 11,7 при табличном значении 14,1. На рисунке 96 приведены распределения числа деревьев лиственницы по толщине на четырех постоянных пробных площадях, характеризующиеся наилучшей аппроксимацией эмпирических рядов (рисунок 96).

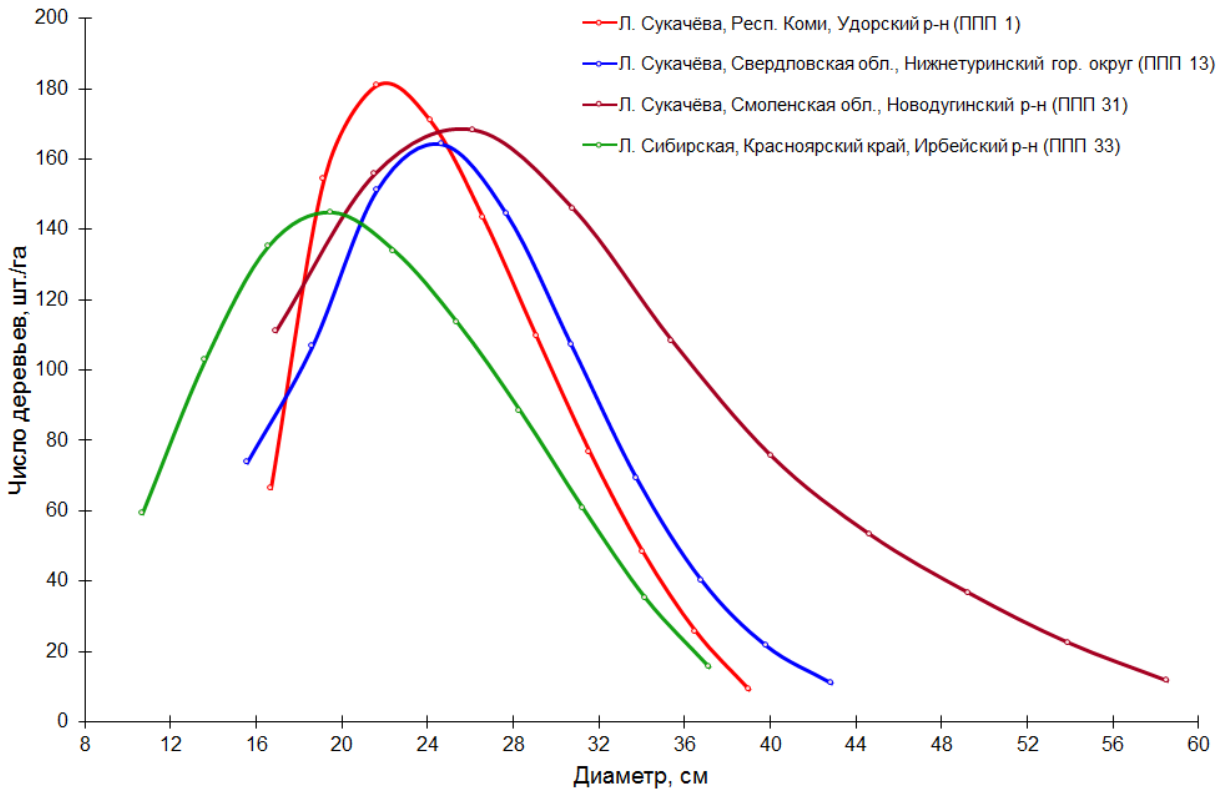


Рисунок 96 – Распределение числа деревьев лиственницы 66-лет по толщине на постоянных пробных площадях

Представленные кривые имеют выраженную левостороннюю асимметрию, при этом наибольшее количество деревьев находится в 3-4 классе толщины, что в свою очередь связано с завышенным количеством тонкомерных деревьев, сформировавшихся вследствие перегущенности культур и недостаточной эффективности проведенных рубок ухода. Асимметрия составляет от 0,32 до 0,87 (средняя и значительная).

В возрасте 60 лет анализируемые экотипы имели от 871 до 1129 деревьев на гектаре, что в полтора раза превышает густоту полных культур лиственницы европейской части РФ аналогичного возраста и бонитета по данным таблиц хода роста [181].

Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что проведенные рубки ухода были направлены в основном на оздоровление культур путем удаления деревьев неудовлетворительного состояния, относящихся к потенциальному отпаду. Удаление отстающих в росте и угнетенных деревьев проводилось с недостаточной интенсивностью и повторяемостью. В связи с вышеизложенным, отмечена низкая эффективность проведенных уходов.

После 32 лет разреживания не проводились, однако средневозрастные и приспевающие культуры, имея высокую полноту (более 0,8), нуждались в прореживаниях и проходных рубках.

Рекомендации. В процессе выращивания плантационных культур лиственницы, рекомендованного географического происхождения, необходимо проведение рубок ухода по системе, предложенной Н.В. Корешковым, параметры которой представлены в таблице 29. В систему мероприятий входят следующие рубки: осветления (ОСВ) – 1 прием, прочистки (ПРЧ) – 3 приема, прореживания (ПРЖ) и проходные рубки (ПРХ) – по 2 приема каждая, общее количество разреживаний при начальной густоте 8 000 шт./га составляет 7-8 шт. В случае создания культур лиственницы европейской с густотой посадки 4 000 шт./га рекомендуется 7 разреживаний. В качестве примера приведен экотип № 15. Рекомендованный объём мероприятий необходим при выращивании культур I_c-I_b классов бонитета в кисличных, травяных и сложных типах леса (C_2). Для успешной реализации предложенной системы разреживаний необходимо закладывать культуры 2-летками по схеме 2,5×0,5 м (8 000 шт./га) и 2,5×1 м (4 000 шт./га), на следующий год после посадки проводить полное дополнение культур, в последующие годы необходимы агротехнические уходы.

В целях ослабления отрицательного влияния взаимного затенения деревьев лиственницы в рядах желательно расположение рядов в направлениях с юго-запада на северо-восток или с юго-востока на северо-запад.

Таблица 29 –Возраст культур и интенсивность рекомендованных рубок ухода

Вид Л. / № экотипа	Густота посадки, шт./га	Вид рубки ухода							
		ОСВ	ПРЧ 1	ПРЧ 2	ПРЧ 3	ПРЖ 1	ПРЖ 2	ПРХ 1	ПРХ 2
		Возраст рубки, лет / интенсивность рубки, %							
сиб. / 3	8 000	7 / 25	11 / 25	14 / 25	17 / 25	25 / 22	37 / 20	55 / 20	-
евр. / 24		7 / 25	11 / 30	14 / 30	18 / 30	25 / 30	35 / 30	45 / 25	60 / 25
Сук. / 31		7 / 25	11 / 25	14 / 25	19 / 25	25 / 30	35 / 30	45 / 25	60 / 25
евр. / 37		7 / 25	11 / 28	14 / 30	18 / 30	25 / 30	35 / 28	45 / 25	60 / 25
Сук. / 39		7 / 25	11 / 28	14 / 30	17 / 30	25 / 30	35 / 21	45 / 21	60 / 20
евр. / 15	4 000	-	11 / 25	14 / 30	18 / 30	23 / 30	33 / 30	43 / 25	58 / 22

Рекомендованные возраста разреживаний согласованы с возрастными периодами проведения различных видов рубок ухода в хвойных древостоях европейской части России при возрасте рубки до 100 лет: рубки осветления – до 10 лет, рубки прочистки – 11-20 лет, рубки прореживания – 21-40 лет, проходные рубки – более 40 лет [118]. При этом последний прием ухода заканчивается за один класс возраста до рубки спелых, перестойных лесных насаждений. Умеренная интенсивность всех рекомендованных разреживаний позволяет поддерживать сомкнутость в процессе роста культур и способствует формированию стволов правильной формы с высококачественной древесиной.

При проведении рубок в молодняках следует применять неравномерный коридорный способ рубок, при котором предусматривается сплошная рубка деревьев коридорами в междурядьях культур. В рядах необходимо применять равномерный способ рубки нежелательных деревьев. Отбирать и удалять деревья, находящиеся в подчиненной части полога, в том числе усохшие, отмирающие и отстающие в росте, а также возобновившиеся естественным образом нецелевые породы. В качестве средней нормы для чистых лесных культур в зоне хвойно-широколиственных лесов желательная интенсивность при рубках осветления и прочистки составляет 25-30 %, при рубках прореживания – 20-30 %, проходные рубки следует проводить с интенсивностью 20-25 %. Период

повторяемости для прочисток составляет 3-4 года, прореживаний – 10-12 лет и для проходных рубок – 15-20 лет.

В культурах лиственниц европейской (№ 15, 24 и 37) и Сукачёва из Новодугинского района Смоленской области (№ 31), в рамках прореживаний и проходных рубок, помимо удаления нежелательных деревьев в нечетных рядах, необходимо постепенное удаление всех деревьев, находящихся в четных рядах, при этом рекомендуется селекционный отбор деревьев в рубку в целях поддерживания сомкнутости древостоев. После завершающего приема проходной рубки среднее расстояние между деревьями должно составлять 4,2-4,4 (5) м.

В культурах лиственниц сибирской из Тарского района Омской области (№ 3) и Сукачёва из Сокольского района Нижегородской области (№ 39) в рамках всех мероприятий необходимо равномерное удаление нежелательных деревьев, при этом после завершающего приема проходной рубки должны сохраниться все ряды культур с шахматным расположением деревьев в смежных рядах. Расстояние между деревьями в рядах должно быть равноудалено и составлять не менее 4 м.

Уход в молодняках (рубки осветления и прочистки) осуществляется еще до полного смыкания культур смежных рядов и направлен на удаление естественно возобновившихся нецелевых пород, регулирование сомкнутости культур в рядах и создание благоприятных условий роста лучших деревьев лиственницы. Соотношение интенсивности и повторяемости прореживаний и проходных рубок близко к оптимальному, т.к. каждый прием назначается при полноте 0,9-1 после резреживания полнота не опускается ниже 0,6-0,7.

Максимальная интенсивность разреживаний указана для древостоев с сомкнутостью или полнотой 1. При меньших показателях, опасности резкого снижения устойчивости и прочих неблагоприятных условиях, интенсивность рубки должна снижаться. Повышение интенсивности разреживаний может допускаться при прорубке технологических коридоров на 5-7 % по запасу и в случае необходимости удаления большого количества отстающих в росте деревьев без потери устойчивости и других отрицательных последствий. При

рубках прореживания и проходных рубках в чистых культурах и с незначительной примесью сопутствующих пород, полнота после рубки не должна опускаться ниже 0,6.

При определении интенсивности рубок в молодняках не должна учитываться вырубаемая древесина нецелевых пород. Во всех возрастах не учитывается также вырубаемая древесина сухостойных деревьев. Объем древесины, вырубаемой при прокладке волоков (технологических коридоров), входит в общую интенсивность рубки. При наличии лесоводственной необходимости, разреживания можно начинать в более раннем возрасте, чем указано в таблице 29.

Применение комплекса разреживаний в эксплуатационных лесах позволит к возрасту главной рубки (85-90 годам) получить сомкнутые высокопродуктивные плантационные древостои лиственницы с запасом стволовой древесины 700-800 м^3/га.

Повышение продуктивности культур возможно только за счет уменьшения интенсивности и количества разреживаний, однако необходимо отметить, что в таком случае древостои будут перегущены (полнота больше 1), вследствие чего увеличится количество искривленных, наклоненных и тонкомерных стволов, понизится общий выход крупной и средней деловой древесины. Напротив, увеличение интенсивности рубок вызовет снижение сомкнутости культур, вследствие чего у деревьев уменьшится прирост в высоту и увеличится в толщину, проявится сбежистоть и суковатость, уменьшится выход деловой древесины, произойдет снижение её прочностных характеристик.

Важнейшей практической задачей является соблюдение интенсивности и повторяемости рубок, поддержание сомкнутости в процессе роста культур, правильный и равномерный отбор деревьев в рубку.

Для объективного выбора оптимальной схемы посадки плантационных культур сопоставим квадратное и рядовое размещение деревьев. По результатам многочисленных исследований роста культур сосны, профессор В.В. Кузьмичев отмечает, что квадратная схема посадки обеспечивает лучший рост густых культур в сравнении с рядовой при одинаковой начальной густоте. В возрасте

65 лет различия по средней высоте составляли около 2 м, по среднему диаметру – 2 см, максимальное расхождение по запасу – 50 м^3/га [65]. Применительно к лиственнице подобные исследования, к сожалению, не проводились. Материалами многолетних наблюдений подтверждается факт ускоренного изреживания культур с неравномерным (рядовым) размещением деревьев по площади, т.к. в рядовых культурах, с относительно широкими междурядьями (2 м) и небольшим расстоянием в ряду (0,5 м), раньше начинается смыкание крон в рядах и проявляется взаимовлияние деревьев с последующей дифференциацией и естественным изреживанием, чем при равномерном квадратном размещении посадочных мест (1×1 м), где указанные процессы равнозначны по степени развития как в рядах, так и в междурядьях. Для устранения вышеописанного недостатка рядовых культур необходимо проведение рубок ухода в молодняках, намечая первый прием осветления после смыкания крон лиственницы в рядах.

При квадратном размещении существенно усложняются технологии посадки культур и механизированного ухода. При прокладке технологических коридоров не избежать удаления целых рядов лиственницы. Рядовое размещение деревьев с шириной междурядья 2,5 м позволяет проводить рубки ухода с применением современной малогабаритной лесозаготовительной техники, что повышает производительность и эффективность лесохозяйственных мероприятий. Основываясь на вышесказанном, рекомендуем использовать рядовую схему посадки культур.

Если в производственных целях (эксплуатационные леса) требуются высокие физико-механические свойства древесины (изготовление пиломатериалов и т. д.), необходимо использовать древесину лиственниц сибирской № 3 и Сукачёва № 39. Если высокие прочностные характеристики древесины не требуются (целлюлозно-бумажное производство и пр.), необходимо использовать древесину лиственниц европейской № 24, 37 и Сукачёва № 31.

Вышеизложенные рекомендации составлены на основе многолетних разносторонних исследований географических культур лиственницы и могут быть уточнены и расширены по результатам будущих научных изысканий.

Кластеризация экотипов лиственницы по темпам самоизреживания между приёмами рубок ухода

Возрастную динамику изреживания экотипов лиственницы в первые 26 лет роста культур следует рассматривать на основе ежегодных перечетов деревьев в контрольных рядах в разрезе четырёх временных интервалов, попадающих в промежутки между приёмами рубок ухода.

Первый временной интервал составляет от 2 до 7 лет и представлен периодом от закладки культур до проведения первого лесоводственного ухода, второй интервал составляет от 8 до 10 лет и является промежутком времени между первым и вторым приемом рубки ухода. На указанных этапах деревья находились в стадии индивидуального роста, так как смыкание географических культур началось только после 10 лет. Третий интервал времени составляет от 11 до 21 года и является промежутком между вторым и третьим уходом, четвертый интервал – от 22 до 26 лет. После 26 лет регулярные ежегодные измерения морфометрических показателей деревьев в контрольных рядах на изучаемом объекте прекратились, поэтому последующие данные не приводятся.

В целях классификации экотипов по характеру самоизреживания после каждого лесоводственного ухода проведён кластерный анализ. Все экотипы лиственницы объединены в относительно однородные группы (классы) по дивизивной стратегии разделения кластеров на плоскости переменных (рисунок 97 и 98 слева) и объединяющей стратегии Уорда (рисунок 97 и 98 справа).

В процессе кластеризации экотипов в первом временном интервале (от 2 до 7 лет) выделено четырнадцать однородных групп. Наилучшей сохранностью характеризовались экотипы лиственницы Сукачёва из Миасского района Челябинской области (ППП 32), из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26) и лиственницы сибирской из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33). Наибольшим отпадом характеризовались культуры лиственницы сибирской из Шебалинского района Республики Алтай (ППП 11) и экотипы лиственницы даурской из Вилюйского и Ленского районов Республики Саха (ППП 23 и 28).

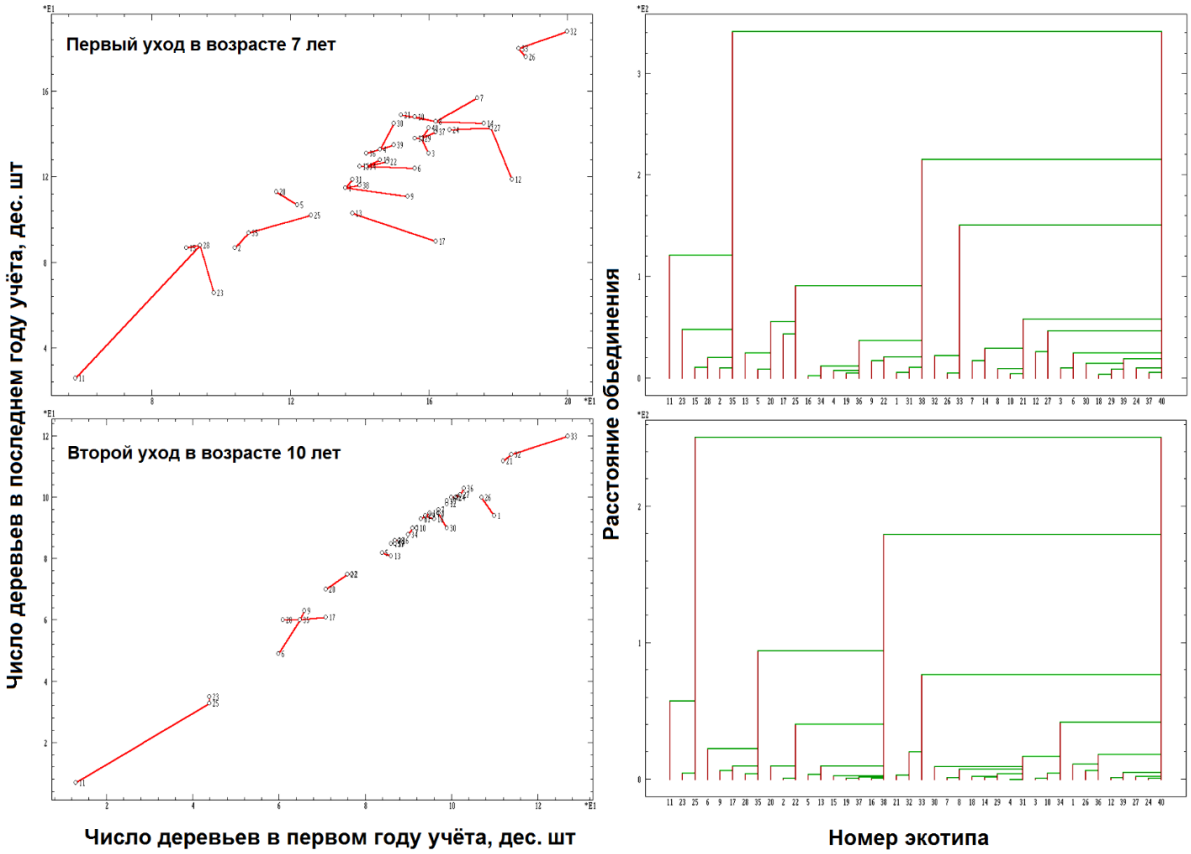


Рисунок 97 – Кластеризация экотипов лиственницы по данным контрольных рядов в первом и втором временных интервалах между рубками ухода

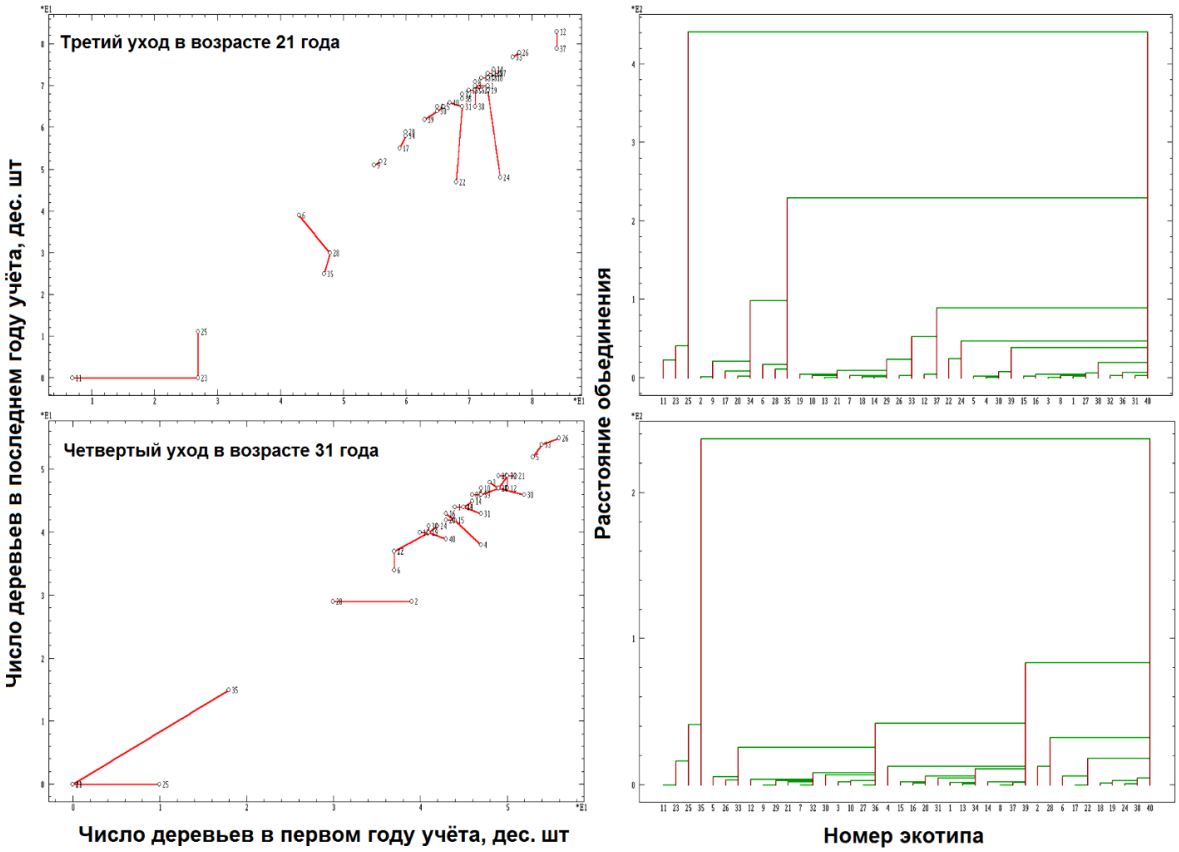


Рисунок 98 – Кластеризация экотипов лиственницы по данным контрольных рядов в третьем и четвёртом временных интервалах между рубками ухода

Во втором временном интервале (от 8 до 10 лет) выделено 17 однородных групп. Лучшей сохранностью характеризовались культуры лиственницы Сукачёва из Миасского гор. округа Челябинской области (ППП 32), из Чердынского гор. округа Пермского края (ППП 21) и лиственницы сибирской из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33). Худшая сохранность отмечена у лиственницы сибирской из Шебалинского района Республики Алтай (ППП 11), из Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области (ППП 25), а также у лиственницы даурской из Вилюйского района Республики Саха (ППП 23).

В третьем временном интервале (от 11 до 21 года) выделено 14 однородных групп. Наименьшим отпадом характеризовались культуры лиственницы Сукачёва из Подосиновского района Кировской области (ППП 12) и лиственницы европейской из Троицкого адм. округа Москвы (ППП 37). Наименьшей сохранностью характеризовались худшие экотипы их второго временного интервала, а также остальные экземпляры лиственницы даурской (ППП 6, 28 и 35).

В четвертом временном интервале (от 22 до 26 лет) выделено 14 однородных групп, наибольшей сохранностью характеризовались экотипы лиственницы Сукачёва из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26), лиственницы сибирской из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33), и лиственицы Чекановского из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5). Наибольшим отпадом характеризовались худшие экотипы из третьего временного интервала.

Достоверность классификации экотипов получила статистическое подтверждение на основе дискриминантного анализа. Расстояние Махаланобиса во всех четырех временных интервалах $D^2 \geq 138,6$ при значимости $P<0,05$ свидетельствует о достоверном разделении экотипов на вышеуказанные классы (рисунок 99).

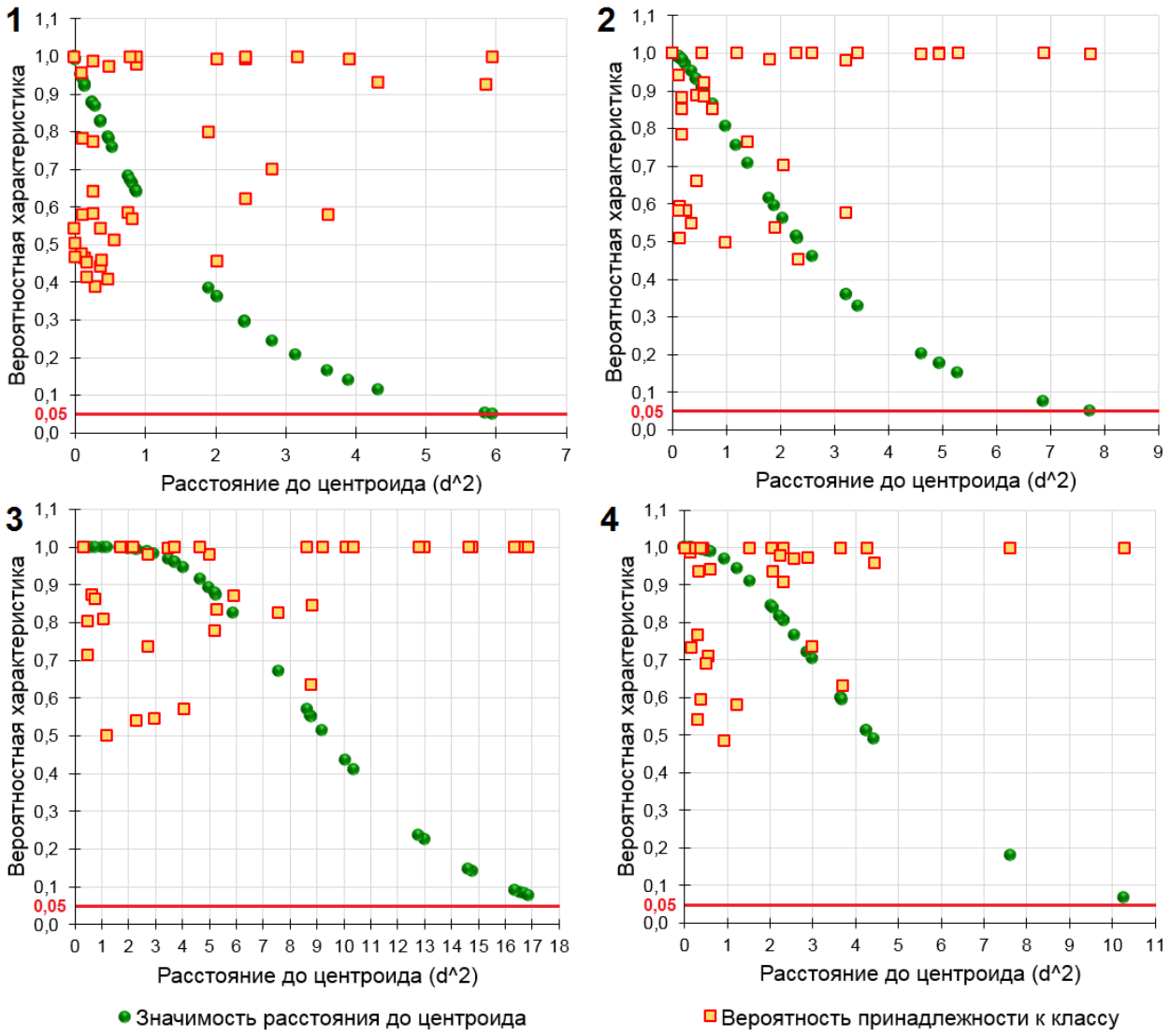


Рисунок 99 – Вероятностные характеристики принадлежности экотипа лиственницы к отдельному классу в четырех временных интервалах между рубками ухода

В первые 26 лет роста географических культур наименьшим отпадом характеризовался экотип лиственницы Сукачёва из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26) и экотип лиственницы сибирской из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33).

Наибольший отпад имели горные экотипы лиственницы сибирской из Шебалинского района Республики Алтай (ППП 11) и Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан (ППП 25) а также культуры лиственницы даурской (ППП 6, 23, 28 и 35).

ПЛОЩАДЬ ПИТАНИЯ, РОСТ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И САМОИЗРЕЖИВАНИЕ ЭКОТИПОВ ЛИСТВЕННИЦЫ

Из 37 экотипов лиственницы по результатам проведенного в 2018 году лесопатологического обследования отобрано 9, характеризующихся наилучшим санитарным состоянием древостоев и выраженной опушечной линией. По каждому виду лиственницы отобрано три постоянные пробные площади. Лиственница сибирская представлена экотипами из Тарского района Омской области (ППП 3), Братского района Иркутской области (ППП 10) и Ирбейского района Красноярского края (ППП 33). Лиственница Сукачёва представлена экотипами из Подосиновского района Кировской области (ППП 12), Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) и Сокольского района Нижегородской области (ППП 39). Лиственница европейская представлена экотипами из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), Раменского городского круга Московской области (ППП 24) и Троицкого административного округа Москвы (ППП 37). Работа проводилась при участии студентки Теслицкой О.В.

Оценка достоверности статистических показателей выборок диаметров деревьев по рядам

Достоверность определения статистических показателей 9 экотипов в рядах по данным перечётов в 2018 году на постоянных пробных площадях оценена по ошибкам репрезентативности статистических показателей изменчивости (коэффициентов вариации (V, %) и дифференциации (V_d, %) стандартного отклонения (σ, см)) и точности (± P, %) определения средних диаметров каждого экотипа.

На первом этапе произведён расчёт статистических показателей выборок диаметров деревьев по рядам. В таблицах 30-32 приведены значения статистических показателей, характеризующих выборки по перечётам, проведённым в 2018 году.

Таблица 30 – Статистические показатели и ошибки репрезентативности выборок диаметров лиственницы сибирской по рядам

№ ряда	Статистические показатели					
	$D \pm m_D$ (см)	$\sigma \pm m_\sigma$ (см)	$V \pm m_V$ (%)	$V_d \pm m_{Vd}$ (%)	$P \pm m_P$ (%)	ДИГС$_{0,95}$ (см)
Омская область, Тарский р-н (ППП 3)						
1	27,0±1,21	7,8±0,85	28,9±0,91	53,7±3,15	4,5±0,14	24,6-29,3
2	23,1±1,51	8,2±1,07	35,8±1,65	82,0±8,68	6,5±0,30	20,1-26,0
3	22,2±1,70	9,2±1,21	41,3±2,24	73,6±7,11	7,7±0,42	18,9-25,6
4	19,3±1,16	7,0±0,82	36,3±1,54	86,8±8,76	6,0±0,25	17,1-21,6
5	21,9±1,43	8,0±1,01	36,4±1,68	78,7±7,87	6,5±0,30	19,1-24,7
6	21,3±1,21	6,7±0,85	31,5±1,26	65,3±5,42	5,7±0,23	19,0-23,7
7	22,7±1,48	7,6±1,05	33,4±1,54	77,1±8,25	6,5±0,30	19,7-25,6
8	25,6±1,06	6,4±0,75	25,2±0,74	61,9±4,46	4,1±0,12	23,5-27,6
Иркутская область, Братский р-н (ППП 10)						
1	26,1±1,36	8,8±0,96	33,8±1,25	68,0±5,04	5,2±0,19	23,5-28,8
2	21,4±0,97	5,9±0,69	27,6±0,88	55,1±3,53	4,5±0,15	19,5-23,3
3	20,0±1,31	6,9±0,92	34,6±1,60	74,7±7,46	6,5±0,30	17,4-22,5
4	19,4±1,05	6,3±0,74	32,5±1,25	62,4±4,58	5,4±0,21	17,4-21,5
5	22,0±1,00	6,2±0,71	28,0±0,90	49,5±2,81	4,5±0,15	20,1-24,0
6	19,4±1,02	6,0±0,72	31,1±1,15	75,6±6,83	5,3±0,20	17,4-21,4
7	20,0±1,08	6,6±0,76	32,7±1,25	56,6±3,72	5,4±0,20	17,9-22,2
8	29,1±1,16	7,9±0,82	27,1±0,77	51,3±2,75	4,0±0,11	26,8-31,3
Красноярский край, Ирбейский р-н (ППП 33)						
1	25,4±1,13	7,4±0,80	29,3±0,92	59,9±3,87	4,5±0,14	23,2-27,6
2	21,9±1,26	6,8±0,89	31,1±1,27	70,3±6,48	5,8±0,24	19,4-24,3
3	22,5±1,46	7,3±1,03	32,5±1,49	79,7±8,99	6,5±0,30	19,6-25,3
4	21,7±1,55	8,3±1,10	38,4±1,93	84,4±9,35	7,1±0,36	18,7-24,8
5	19,9±1,20	6,6±0,85	33,0±1,41	61,4±4,87	6,0±0,26	17,5-22,2
6	23,0±1,40	7,5±0,99	32,7±1,41	58,6±4,50	6,1±0,26	20,3-25,7
7	20,9±1,46	6,9±1,03	32,8±1,62	63,7±6,12	7,0±0,35	18,1-23,8
8	25,5±1,16	6,2±0,82	24,4±0,78	57,7±4,37	4,5±0,15	23,2-27,8

Достоверность статистических показателей как отношение показателей к их ошибкам во всех случаях превышает критическую величину ($t>3$), что свидетельствует о надёжности данных для изучения продуктивности и самоизреживания культур лиственницы по рядам. Из таблицы 30 видно, что показатели варьирования диаметров деревьев в рядах культур лиственницы сибирской имеют по стандартному отклонению (σ) диапазон от 5,9 до 9,2 см, по коэффициенту вариации (V) – от 24,4 до 41,3 %, по коэффициенту дифференциации (V_d) – от 49,5 до 86,8 %. Точность определения среднего диаметра (P) в рядах находится в диапазоне от ±4 до ±7,7 %. Наряду с этим, был оценён доверительный интервал для генеральной средней (ДИГС$_{0,95}$)

лесных культур, характеризуемый предельными значениями среднего диаметра в рядах на 95-процентном уровне доверительной вероятности, находящийся в пределах 4-7 сантиметров при точности определения до ±7,7 %.

Таблица 31 – Статистические показатели и ошибки репрезентативности выборок диаметров лиственницы Сукачёва по рядам

№ ряда	Статистические показатели					
	$D \pm m_D$ (см)	$\sigma \pm m_\sigma$ (см)	$V \pm m_V$ (%)	$V_d \pm m_{Vd}$ (%)	$P \pm m_P$ (%)	ДИГС$_{0,95}$ (см)
Кировская область, Подосиновский р-н (ППП 12)						
1	28,8±1,14	7,9±0,80	27,3±0,76	49,7±2,53	3,9±0,11	26,6-31,1
2	23,5±1,15	6,2±0,81	26,4±0,91	51,3±3,46	4,9±0,17	21,2-25,7
3	26,9±1,16	5,9±0,82	22,0±0,67	52,1±3,76	4,3±0,13	24,6-29,2
4	24,7±1,46	7,1±1,03	28,8±1,20	60,3±5,25	5,9±0,25	21,9-27,6
5	26,3±1,63	7,3±1,15	27,7±1,21	69,6±7,66	6,2±0,27	23,1-29,5
6	26,9±1,23	6,0±0,87	22,4±0,72	42,1±2,55	4,6±0,15	24,5-29,3
7	26,9±1,25	6,3±0,89	23,3±0,77	60,1±5,10	4,7±0,15	24,4-29,3
8	29,6±1,27	6,5±0,90	22,0±0,67	67,4±6,31	4,3±0,13	27,1-32,1
Смоленская область, Новодугинский р-н (ППП 31)						
1	30,7±2,63	15,1±1,86	49,2±2,98	76,1±7,13	8,6±0,52	25,5-35,8
2	30,5±2,98	14,0±2,11	46,0±3,18	85,3±10,98	9,8±0,68	24,6-36,3
3	29,9±2,60	12,5±1,84	41,7±2,57	81,3±9,74	8,7±0,54	24,8-35,0
4	26,3±2,20	9,8±1,55	37,4±2,22	90,6±12,97	8,4±0,50	21,9-30,6
5	25,7±1,83	9,3±1,29	36,2±1,82	72,7±7,33	7,1±0,36	22,1-29,3
6	34,2±4,32	11,4±3,05	33,5±2,99	93,2±23,22	12,6±1,13	25,7-42,6
7	34,6±2,54	11,7±1,80	33,6±1,75	83,3±10,70	7,3±0,38	29,7-39,6
8	33,5±2,86	14,0±2,02	41,8±2,53	93,6±12,63	8,5±0,52	27,9-39,1
Нижегородская область, Сокольский р-н (ППП 39)						
1	29,1±1,14	7,0±0,81	24,2±0,67	50,3±2,90	3,9±0,11	26,8-31,3
2	27,6±1,53	8,2±1,08	29,8±1,17	53,9±3,82	5,5±0,22	24,6-30,6
3	26,0±1,52	7,8±1,08	29,8±1,23	77,4±8,31	5,8±0,24	23,0-29,0
4	26,5±1,92	9,2±1,36	34,8±1,78	76,9±8,73	7,3±0,37	22,7-30,2
5	25,4±1,13	5,7±0,80	22,3±0,71	67,2±6,39	4,5±0,14	23,2-27,6
6	32,4±1,26	8,1±0,89	24,9±0,69	56,2±3,49	3,9±0,11	29,9-34,9

В таблице 31 представлены показатели варьирования диаметров деревьев в рядах культур лиственницы Сукачёва, которые имеют по стандартному отклонению (σ) диапазон от 5,7 до 15,1 см, по коэффициенту вариации (V) – от 22 до 49,2 %, по коэффициенту дифференциации (V_d) – от 42,1 до 93,6 %. Точность определения среднего диаметра (P) в рядах находится в диапазоне от ±3,9 до ±12,6 %. Наряду с этим, был оценён доверительный интервал для генеральной средней (ДИГС$_{0,95}$) лесных культур, характеризуемый предель-

ными значениями среднего диаметра в рядах на 95-процентном уровне доверительной вероятности, находящийся в пределах 4-17 сантиметров при точности определения до ±12,6 %.

Таблица 32 – Статистические показатели и ошибки репрезентативности выборок диаметров лиственницы европейской по рядам

№ ряда	Статистические показатели					
	$D \pm m_D$ (см)	$\sigma \pm m_\sigma$ (см)	$V \pm m_V$ (%)	$V_d \pm m_{Vd}$ (%)	$P \pm m_P$ (%)	$ДИГС_{0,95}$ (см)
Ивано-Франковская область, Галичский р-н (ППП 15)						
1	43,2±2,69	13,7±1,90	31,7±1,39	57,2±4,54	6,2±0,27	37,9-48,5
2	32,2±1,70	8,3±1,20	25,9±0,97	50,7±3,71	5,3±0,20	28,8-35,5
3	34,6±1,90	8,7±1,35	25,3±0,98	72,1±8,01	5,5±0,21	30,8-38,3
4	30,8±1,86	7,9±1,32	25,6±1,09	79,4±10,52	6,0±0,26	27,2-34,5
5	34,1±2,76	11,0±1,95	32,3±1,84	56,5±5,65	8,1±0,46	28,7-39,5
6	32,6±2,12	9,0±1,50	27,6±1,27	53,1±4,71	6,5±0,30	28,5-36,8
7	35,6±1,83	8,4±1,30	23,6±0,86	60,1±5,57	5,1±0,19	32,1-39,2
8	37,5±2,11	10,6±1,49	28,2±1,12	74,9±7,93	5,6±0,22	33,3-41,6
Московская область, Раменский гор округ (ППП 24)						
1	39,6±2,04	13,7±1,44	34,5±1,26	59,3±3,71	5,1±0,19	35,6-43,6
2	28,6±2,58	11,6±1,83	40,4±2,58	61,5±5,98	9,0±0,58	23,5-33,7
3	23,0±1,55	7,4±1,10	32,2±1,53	75,5±8,40	6,7±0,32	20,0-26,1
4	29,7±2,47	11,0±1,74	37,2±2,18	51,3±4,17	8,3±0,49	24,9-34,5
5	27,2±2,17	10,6±1,53	39,0±2,19	60,0±5,19	8,0±0,45	23,0-31,5
6	27,3±2,08	11,2±1,47	41,0±2,21	65,6±5,65	7,6±0,41	23,3-31,4
7	26,6±1,79	10,4±1,26	39,2±1,87	66,8±5,40	6,7±0,32	23,0-30,1
8	36,1±2,08	12,8±1,47	35,5±1,45	56,5±3,66	5,8±0,23	32,1-40,2
Москва, Троицкий адм. округ (ППП 37)						
1	33,1±1,92	10,7±1,36	32,3±1,33	58,9±4,40	5,8±0,24	29,4-36,9
2	30,2±2,77	10,7±1,96	35,5±2,30	68,6±8,60	9,2±0,59	24,8-35,7
3	28,0±2,08	9,3±1,47	33,2±1,74	65,2±6,72	7,4±0,39	23,9-32,1
4	29,5±1,38	6,3±0,98	21,5±0,71	67,4±7,02	4,7±0,16	26,8-32,2
5	31,2±1,84	8,2±1,30	26,4±1,10	56,1±4,98	5,9±0,25	27,6-34,8
6	32,6±1,47	5,5±1,04	16,9±0,54	52,0±5,12	4,5±0,14	29,7-35,5
7	30,3±1,84	7,6±1,30	25,1±1,08	67,9±7,91	6,1±0,26	26,6-33,9
8	31,7±1,72	8,6±1,22	27,2±1,05	51,3±3,73	5,4±0,21	28,3-35,1
9	34,2±2,41	9,0±1,70	26,3±1,31	58,8±6,53	7,0±0,35	29,5-38,9
10	36,9±1,49	7,7±1,05	21,0±0,60	39,3±2,10	4,0±0,12	34,0-39,8

В таблице 32 приведены показатели варьирования диаметров деревьев в рядах культур лиственницы европейской, которые имеют по стандартному отклонению (σ) диапазон от 5,5 до 13,7 см, по коэффициенту вариации (V) – от 16,9 до 41 %, по коэффициенту дифференциации (V_d) – от 39,3 до 79,4 %. Точность определения среднего диаметра (P) в рядах находится в диапазоне

от ±4 до ±9,2 %. Наряду с этим, был оценён доверительный интервал для генеральной средней (ДИГС$_{0,95}$) лесных культур, характеризуемый предельными значениями среднего диаметра в рядах на 95-процентном уровне доверительной вероятности, находящийся в пределах 5-11 сантиметров при точности определения до ±9,2 %.

Сравнение среднего диаметра экотипов лиственницы по рядам

Результаты статистической обработки выборок диаметров деревьев использовались при сравнении среднего диаметра экотипов лиственниц сибирской, Сукачёва и европейской по рядам. Из 9 экотипов лиственницы на графиках представлены 7 экотипов, состоящие из 8-ми рядов.

В культурах лиственницы сибирской значения среднего диаметра в крайних рядах значительно выше в отличие от центральных рядов. В крайних рядах деревья имеют признаки «опушечности» (рисунок 100).

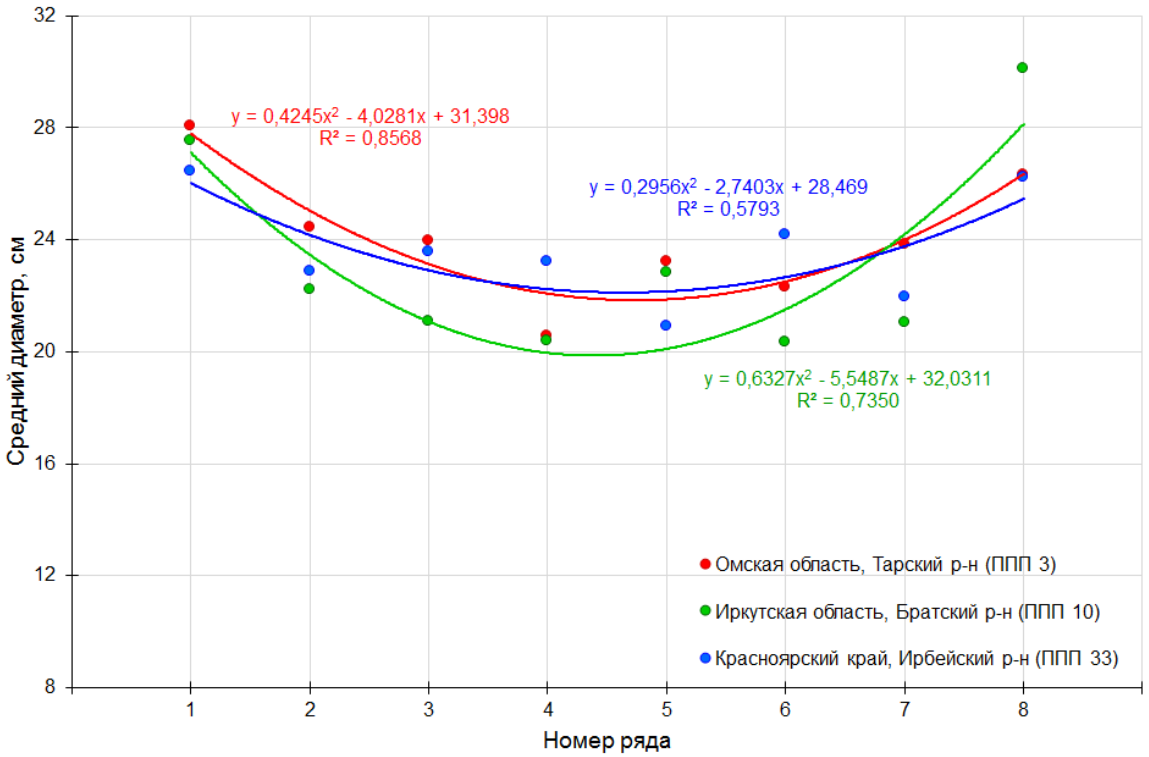


Рисунок 100 – Средний диаметр экотипов лиственницы сибирской по рядам

Наибольшее значение среднего диаметра отмечено в восьмом ряду культур из Братского района Иркутской области на ППП 10, что обусловлено большой площадью питания растущих в данном ряду деревьев по причине непосредственного примыкания к свободному полю, образовавшемуся в результате полного усыхания культур лиственницы сибирской алтайской разновидности из Шебалинского района Республики Алтай (ППП 11) в течение 15 лет после закладки географических культур.

В культурах лиственницы Сукачёва значения среднего диаметра в крайних рядах также значительно выше в отличие от центральных рядов. Наиболее высокие значения показателя отмечены в крайних рядах культур из Новодугинского района Смоленской области на ППП 31, наименьшие – в центральных рядах культур из Подосиновского района Кировской области на ППП 12 (рисунок 101).

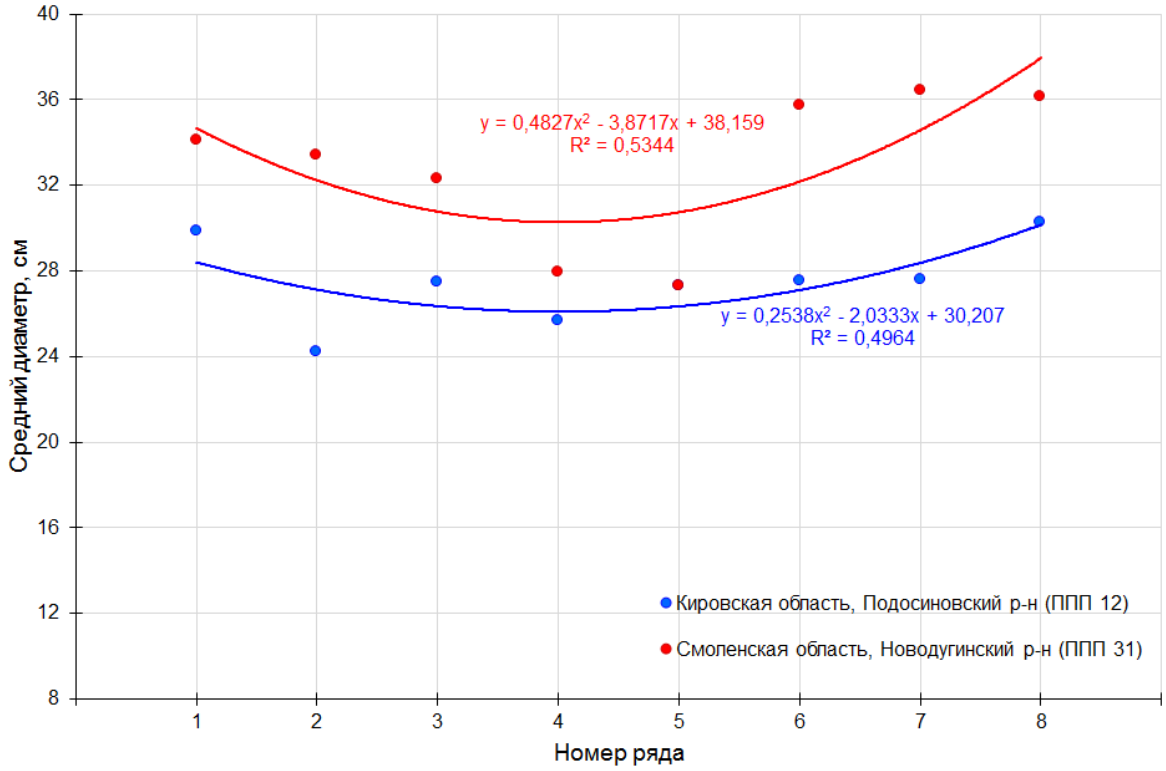


Рисунок 101 – Средний диаметр экотипов лиственницы Сукачёва по рядам

Значения среднего диаметра культур лиственницы европейской в крайних рядах также значительно выше в отличие от центральных рядов. Наибольшее значение показателя отмечено в крайних рядах культур из Галичского

района Ивано-Франковской области Украины на ППП 15, наименьшее – в центральных рядах культур из Раменского городского округа Московской области на ППП 24 (рисунок 102).

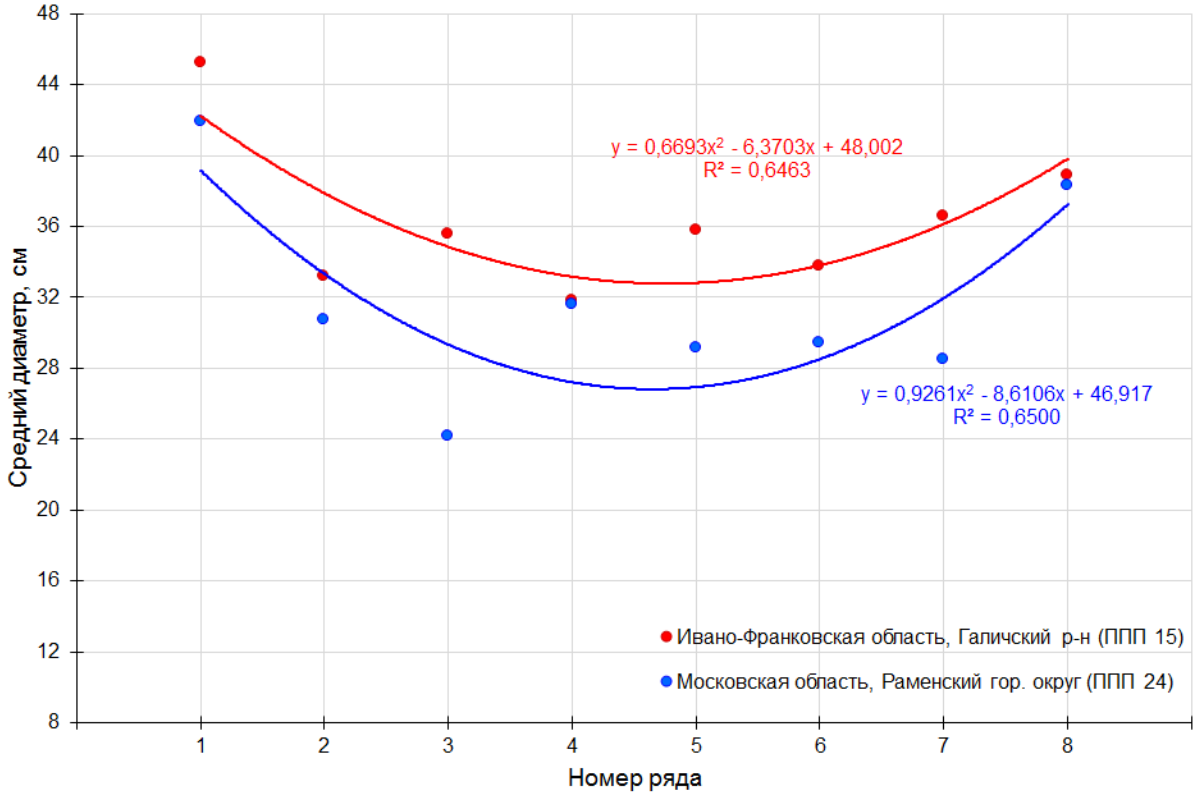


Рисунок 102 – Средний диаметр экотипов лиственницы европейской по рядам

Высокие значения среднего диаметра в рядовых культурах экотипа лиственницы из Ивано-Франковской области Украины в сравнении с экотипом из Московской области объясняются редкой начальной посадкой культур на ППП 15 – 4000 шт./га, обусловленной ограниченным количеством посадочного и семенного материала при закладке опыта. Начальная густота посадки культур лиственницы европейской на ППП 24 составляла 8000 шт./га.

Наибольшее значение среднего диаметра по рядам отмечено в культурах лиственницы европейской, а наименьшее – у экотипов лиственницы сибирской, экотипы лиственницы Сукачёва занимают промежуточное положение.

Сравнение числа деревьев экотипов лиственницы по рядам

При сравнении числа деревьев в культурах лиственниц сибирской, Сукачёва и европейской по рядам использовались результаты статистической обработки выборок диаметров деревьев лиственницы.

Число деревьев разных видов лиственницы в крайних рядах значительно больше в отличие от центральных рядов. В соответствии с тем, что площадь питания деревьев в крайних рядах выше чем в центральных, в процессе роста культур в крайних рядах наблюдалась меньшая конкуренция между деревьями, данное обстоятельство способствовало большей сохранности к 67 годам.

Среди трех экотипов лиственницы сибирской наибольшее количество деревьев в крайних рядах отмечено в культурах из Братского района Иркутской области на ППП 10, наименьшее – в культурах из Ирбейского района Красноярского края на ППП 33. Культуры из Тарского района Омской области на ППП 3 занимают промежуточное положение (рисунок 103).

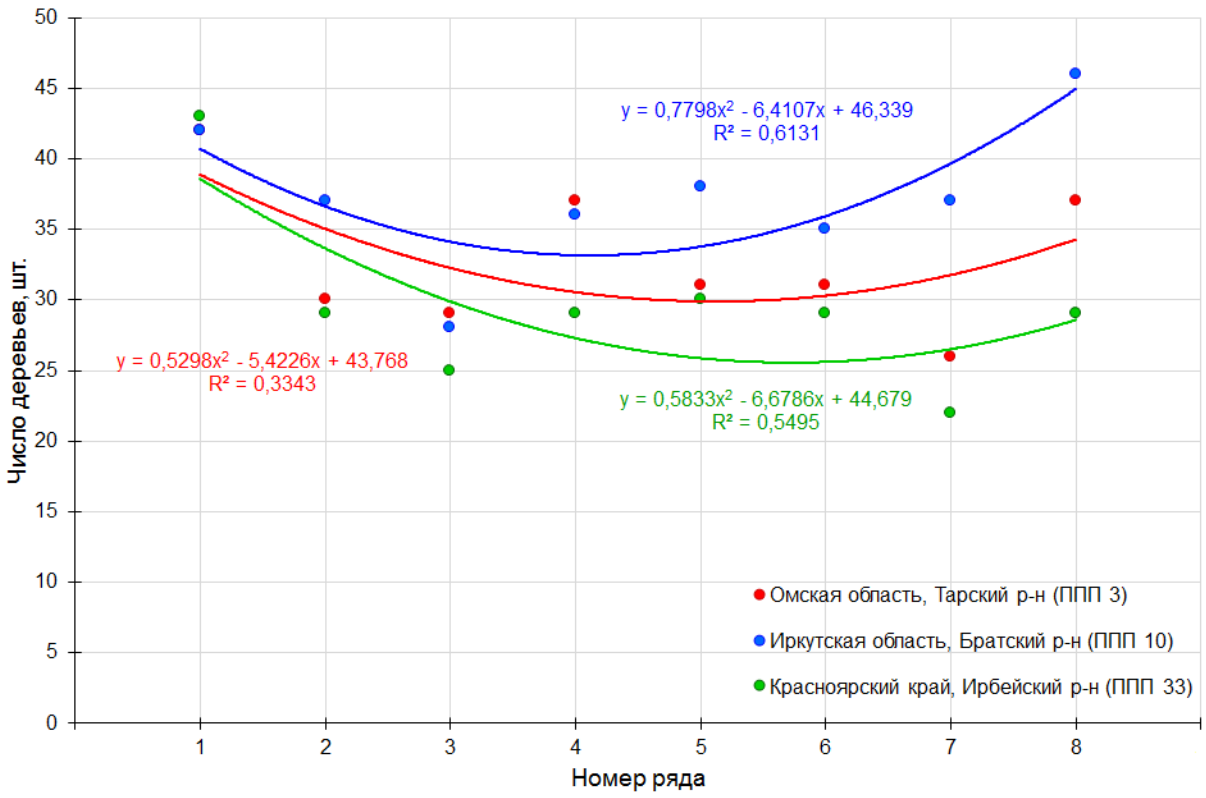


Рисунок 103 – Распределение числа деревьев экотипов лиственницы сибирской по рядам

Высокая сохранность деревьев в восьмом ряду культур из Иркутской области объясняется большой площадью питания растущих деревьев, вследствие непосредственного примыкания к свободному полю, образовавшемуся в результате полного усыхания культур лиственницы сибирской алтайской расы из Шебалинского района Республики Алтай (ППП 11) в течение 15 лет после закладки географических культур.

В культурах лиственницы Сукачёва наибольшее количество деревьев отмечено в крайних рядах экотипа из Подосиновского района Кировской области (ППП 12), наименьшее – в центральных рядах экотипа из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31). Высокая сохранность деревьев в культурах этих экотипов отмечена в первом ряду, примыкающему к выпавшим культурам лиственницы сибирской алтайской расы из Шебалинского района Республики Алтай (ППП 11), и низкопродуктивным культурам лиственницы сибирской из Туруханского района Красноярского края (ППП 30) (рисунок 104).

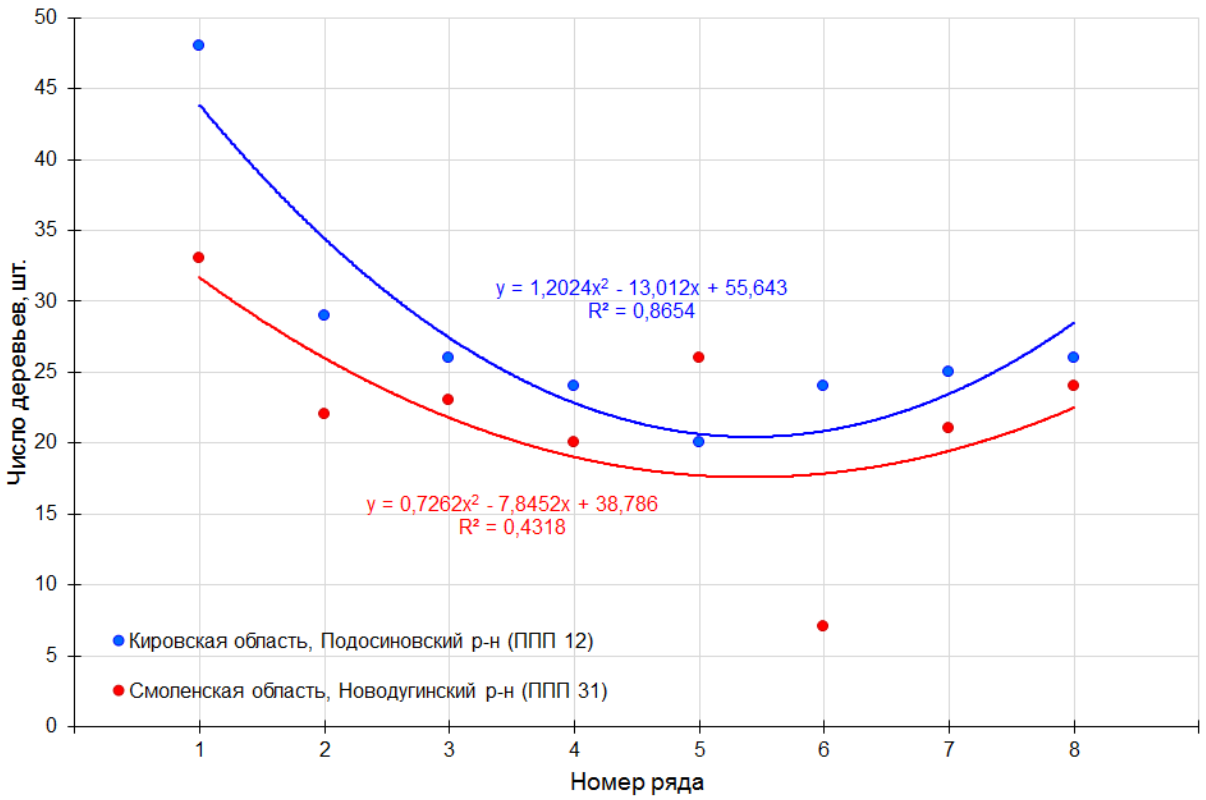


Рисунок 104 – Распределение числа деревьев экотипов лиственницы Сукачёва по рядам

В культурах лиственницы европейской наибольшее количество деревьев отмечено в крайних рядах экотипа из Раменского городского округа Московской области на ППП 24, наименьшее – в центральных рядах экотипа из Галичского района Ивано-Франковской области Украины на ППП 15 (рисунок 105).

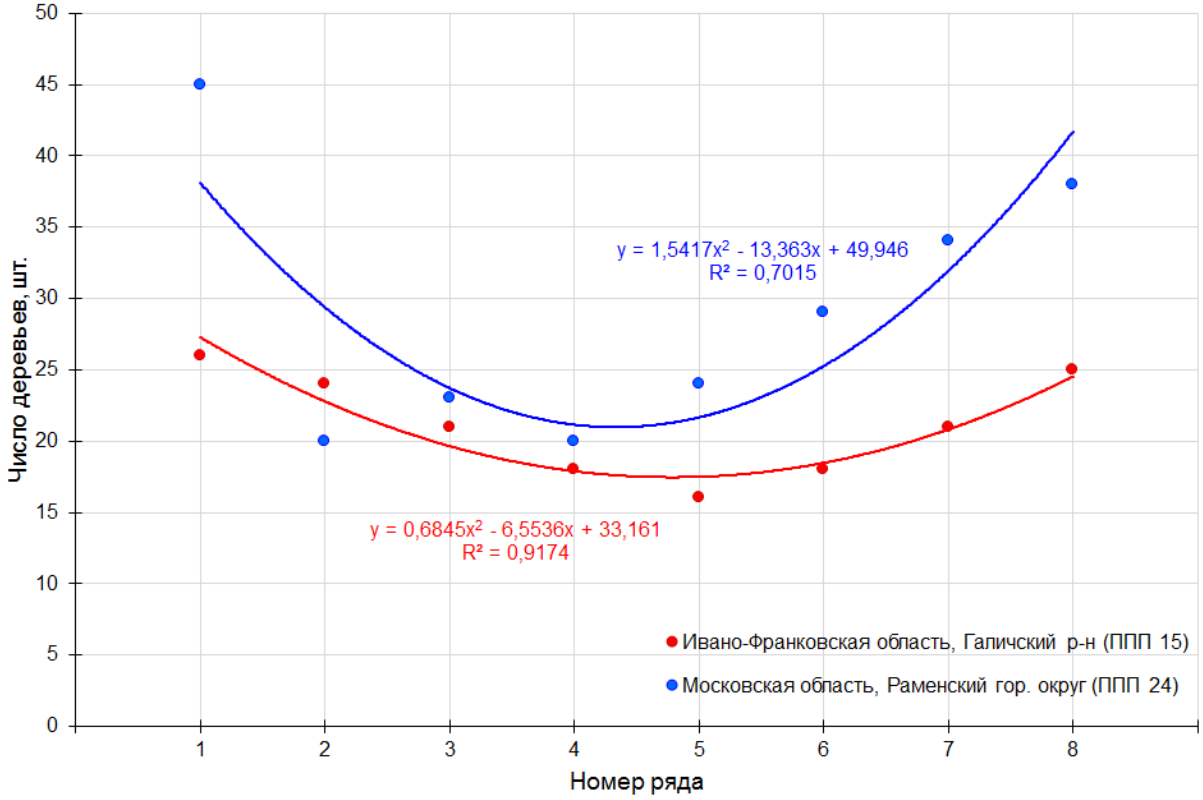


Рисунок 105 – Распределение числа деревьев экотипов лиственницы европейской по рядам

Высокая сохранность деревьев в культурах лиственницы из Московской области в первом и восьмом рядах объясняется большой площадью питания растущих в данных рядах деревьев, вследствие непосредственного примыкания к свободным полям, образовавшимся в результате полного усыхания культур лиственницы даурской из Вилюйского района Республики Саха (Якутия) (ППП 23), и лиственницы сибирской из Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан (ППП 25) в течение 22 лет после закладки географических культур. Сохранность деревьев в центральных рядах культур на ППП 24 существенно ниже в отличие от крайних рядов, что объясняется повышенным отпадом деревьев в процессе роста древостоя вследствие

высокой конкуренции между деревьями за почвенно-световые ресурсы, вызванной завышенной начальной густотой посадки культур (8000 шт./га) и недостаточным количеством проведенных рубок ухода. Небольшое количество деревьев в крайних рядах и незначительные различия по количеству деревьев в крайних и центральных рядах культур из Ивано-Франковской области на ППП 15 обусловлены редкой начальной посадкой культур (4000 шт./га).

Сравнение объема ствола среднего дерева экотипов лиственницы по рядам

При сравнении объема ствола среднего дерева культур лиственниц сибирской, Сукачёва и европейской по рядам использовались результаты статистической обработки выборок диаметров деревьев лиственницы. Средняя высота культур определена по графикам высот, построенным по 20-30 учётным деревьям, охватывающим размах варьирования деревьев по толщине. Уравнения регрессии графиков высот по каждому экотипу использованы для получения теоретических значений высоты при известной толщине деревьев на высоте груди (1,3 м). Объём стволов деревьев в коре определён по регрессионной модели (11), относящейся к древесным стволам разной толщины и высоты в соответствии с данными объёмных таблиц для культур лиственницы [52].

$$V_i = \exp \times (-9{,}03446 + 2{,}05109 \times Lnd_i + 0{,}61548 \times Lnh_i); \quad R^2 = 0{,}979;\ S_y = \pm 3{,}9. \qquad (11)$$

Объем ствола среднего дерева в крайних рядах культур лиственницы сибирской значительно выше в отличие от аналогичного показателя по центральным рядам. Наибольшее значение объема ствола среднего дерева отмечено в восьмом ряду культур из Братского района Иркутской области на ППП 10 и в первом ряду культур из Тарского района Омской области на ППП 3 – 0,973 м^3 и 0,909 м^3 соответственно, наименьшее – в шестом ряду культур из Братского района Иркутской области на ППП 10 – 0,419 м^3 (рисунок 106).

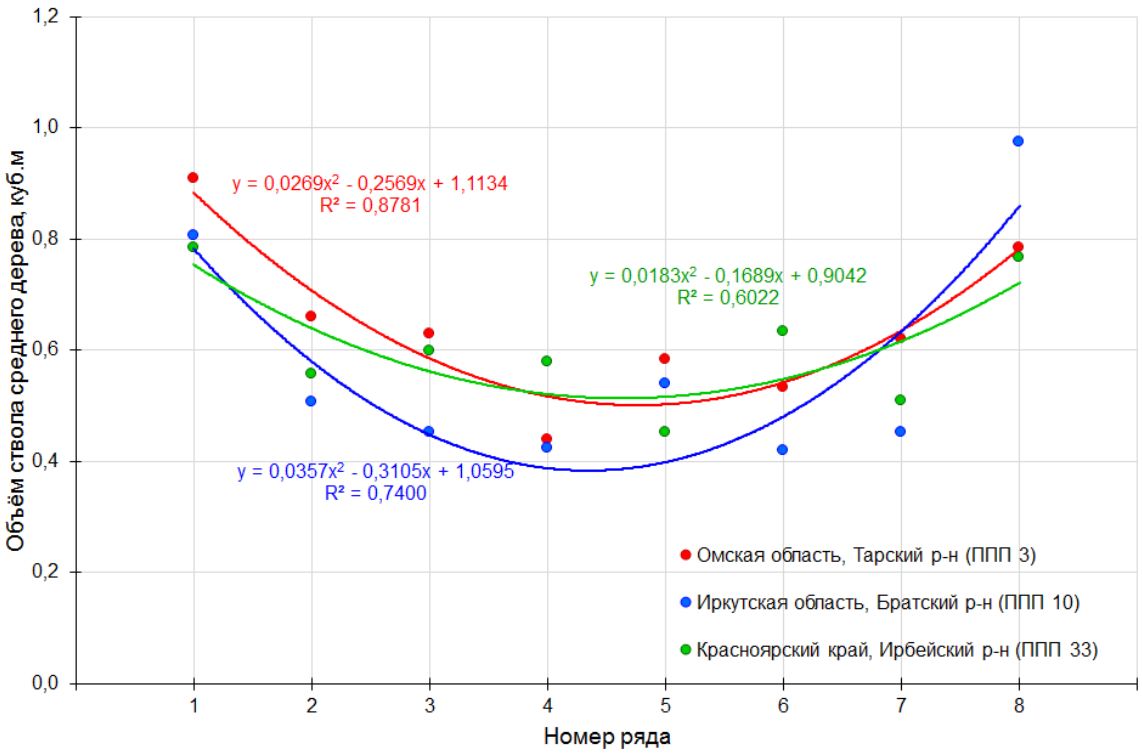


Рисунок 106 – Объём ствола среднего дерева лиственницы сибирской по рядам

Объем ствола среднего дерева в крайних рядах культур лиственницы Сукачёва также значительно выше в сравнении с аналогичным показателем по центральным рядам. Максимальное значение объема ствола среднего дерева отмечено в седьмом ряду культур из Новодугинского района Смоленской области на ППП 31 и составляло 1,569 м^3, минимальное – во втором ряду культур из Подосиновкого района Кировской области на ППП 12 – 0,669 м^3. Большое количество тонкомерных деревьев на ППП 12 определяет низкие значения объема ствола среднего дерева в сравнении с культурами на ППП 31 (рисунок 107).

Объем ствола среднего дерева в крайних рядах культур лиственницы европейской значительно выше в отличие от аналогичного показателя по центральным рядам. Наибольшие значения показателя отмечены в первом ряду культур этих экотипов и составляли 2,673 м^3 для экотипа из Галичского района Ивано-Франковской области на ППП 15 и 2,248 м^3 для экотипа из Раменского городского округа Московской области на ППП 24. Наименьшее значение объема ствола среднего дерева отмечено в третьем ряду культур из Раменского городского округа Московской области на ППП 24 и составляло 0,661 м^3 (рисунок 108).

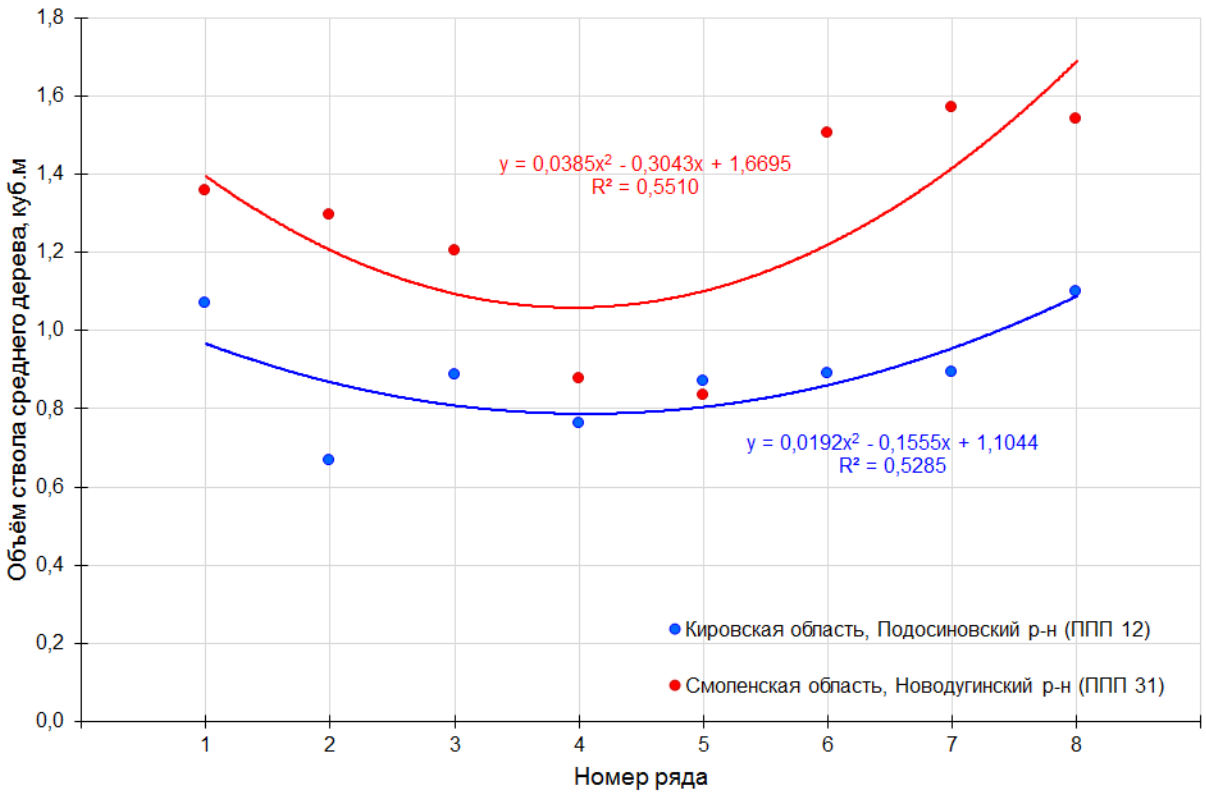


Рисунок 107 – Объем ствола среднего дерева лиственницы Сукачёва по рядам

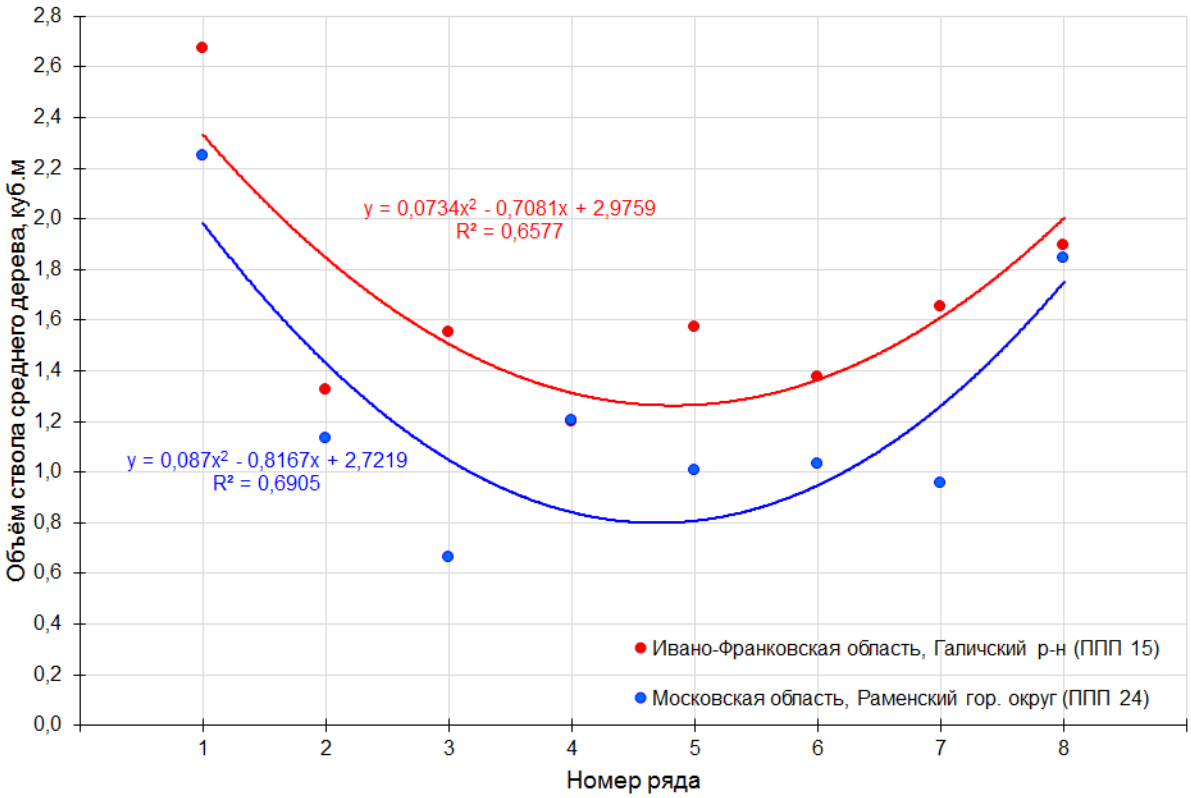


Рисунок 108 – Объем ствола среднего дерева лиственницы европейской по рядам

Высокие значения показателя в рядовых культурах экотипа лиственницы из Ивано-Франковской области Украины в сравнении с экотипом из Московской области объясняются более редкой начальной посадкой культур на ППП 15 (4000 шт./га).

Исходя из представленных данных для всех отобранных экотипов, объем ствола среднего дерева в крайних рядах существенно отличается от аналогичного показателя в центральных рядах. Наибольший объем ствола среднего дерева отмечен у лиственницы европейской, а наименьший – у лиственницы сибирской. Лиственница Сукачёва занимает промежуточное положение.

Сравнение эмпирических распределений числа деревьев экотипов лиственницы для крайних и центральных рядов

Для крайних и центральных рядов 9 отобранных экотипов составлены распределения числа деревьев по толщине, проведено накопление числа деревьев в каждой ступени и определена максимальная разность частот распределений (d_{max}) (таблицы 33-35). Сравнение полученных эмпирических распределений для крайних и центральных рядов проводилось при помощи критерия λ-Колмогорова [18]. По каждому экотипу лиственницы расчетное значение критерия Колмогорова сравнивалось с теоретическим значением для второго уровня доверительной вероятности 1,36 (P_2=0,95). Результаты сравнения эмпирических распределений числа деревьев экотипов лиственницы для крайних и центральных рядов приведены в таблице 36.

Расчетные значения критерия Колмогорова определялись по формуле:

$$K(\lambda) = d_{max} \times \sqrt{N}, \qquad (12)$$

где:

d_{max} – максимальная разность частот эмпирических рядов распределения;

N – объём выборки.

Таблица 33 – Расчет критерия Колмогорова при сравнении частот крайних и центральных рядов экотипов лиственницы сибирской

Ступень толщины, см	$N_к$	$N_ц$	$\sum n_к$	$\sum n_ц$	$\frac{\sum n_к}{N_к}$	$\frac{\sum n_ц}{N_ц}$	$\left\lvert \frac{\sum n_к}{N_к} - \frac{\sum n_ц}{N_ц} \right\rvert$	d_{max}
Омская область, Тарский р-н (ППП 3)								
12	1,3	23,5	1,3	23,5	0,01	0,24	0,22	0,36
16	11,4	25,0	12,7	48,5	0,13	0,49	0,36	
20	19,0	17,6	31,6	66,2	0,32	0,66	0,35	
24	24,1	11,8	55,7	77,9	0,56	0,78	0,22	
28	15,2	5,9	70,9	83,8	0,71	0,84	0,13	
32	12,7	7,4	83,5	91,2	0,84	0,91	0,08	
36	7,6	7,4	91,1	98,5	0,91	0,99	0,07	
40	7,6	1,5	98,7	100,0	0,99	1,00	0,01	
44	1,3	0,0	100,0	100,0	1,00	1,00	0,00	
Иркутская область, Братский р-н (ППП 10)								
8	0,0	2,7	0,0	2,7	0,00	0,03	0,03	0,38
12	4,5	5,4	4,5	8,1	0,05	0,08	0,04	
16	11,4	29,7	15,9	37,8	0,16	0,38	0,22	
20	13,6	24,3	29,5	62,2	0,30	0,62	0,33	
24	12,5	17,6	42,0	79,7	0,42	0,80	0,38	
28	12,5	10,8	54,5	90,5	0,55	0,91	0,36	
32	19,3	4,1	73,9	94,6	0,74	0,95	0,21	
36	17,0	5,4	90,9	100,0	0,91	1,00	0,09	
40	5,7	0,0	96,6	100,0	0,97	1,00	0,03	
44	2,3	0,0	98,9	100,0	0,99	1,00	0,01	
48	1,1	0,0	100,0	100,0	1,00	1,00	0,00	
Красноярский край, Ирбейский р-н (ППП 33)								
8	0,0	1,7	0,0	1,7	0,00	0,02	0,02	0,38
12	1,4	13,6	1,4	15,3	0,01	0,15	0,14	
16	18,1	28,8	19,4	44,1	0,19	0,44	0,25	
20	12,5	25,4	31,9	69,5	0,32	0,69	0,38	
24	18,1	6,8	50,0	76,3	0,50	0,76	0,26	
28	26,4	10,2	76,4	86,4	0,76	0,86	0,10	
32	12,5	6,8	88,9	93,2	0,89	0,93	0,04	
36	6,9	3,4	95,8	96,6	0,96	0,97	0,01	
40	2,8	3,4	98,6	100,0	0,99	1,00	0,01	
44	1,4	0,0	100,0	100,0	1,00	1,00	0,00	

Таблица 34 – Расчет критерия Колмогорова при сравнении частот крайних и центральных рядов экотипов лиственницы Сукачёва

Ступень толщины, см	$N_к$	$N_ц$	$\sum n_к$	$\sum n_ц$	$\frac{\sum n_к}{N_к}$	$\frac{\sum n_ц}{N_ц}$	$\left\lvert \frac{\sum n_к}{N_к} - \frac{\sum n_ц}{N_ц} \right\rvert$	d_{max}
Кировская область, Подосиновский р-н (ППП 12)								
12	4,1	2,3	4,1	2,3	0,04	0,02	0,02	0,24
16	5,4	15,9	9,5	18,2	0,09	0,18	0,09	
20	9,5	25,0	18,9	43,2	0,19	0,43	0,24	
24	13,5	9,1	32,4	52,3	0,32	0,52	0,20	
28	14,9	15,9	47,3	68,2	0,47	0,68	0,21	
32	27,0	20,5	74,3	88,6	0,74	0,89	0,14	
36	14,9	9,1	89,2	97,7	0,89	0,98	0,09	
40	8,1	2,3	97,3	100,0	0,97	1,00	0,03	
44	1,4	0,0	98,6	100,0	0,99	1,00	0,01	
48	1,4	0,0	100,0	100,0	1,00	1,00	0,00	
Смоленская область, Новодугинский р-н (ППП 31)								
12	3,5	2,2	3,5	2,2	0,04	0,02	0,01	0,26
16	10,5	21,7	14,0	23,9	0,14	0,24	0,10	
20	12,3	15,2	26,3	39,1	0,26	0,39	0,13	
24	10,5	23,9	36,8	63,0	0,37	0,63	0,26	
28	17,5	13,0	54,4	76,1	0,54	0,76	0,22	
32	15,8	8,7	70,2	84,8	0,70	0,85	0,15	
36	7,0	4,3	77,2	89,1	0,77	0,89	0,12	
40	1,8	0,0	78,9	89,1	0,79	0,89	0,10	
44	3,5	2,2	82,5	91,3	0,82	0,91	0,09	
48	3,5	8,7	86,0	100,0	0,86	1,00	0,14	
52	7,0	0,0	93,0	100,0	0,93	1,00	0,07	
56	3,5	0,0	96,5	100,0	0,96	1,00	0,04	
68	1,8	0,0	98,2	100,0	0,98	1,00	0,02	
84	1,8	0,0	100,0	100,0	1,00	1,00	0,00	
Нижегородская область, Сокольский р-н (ППП 39)								
16	1,3	18,4	1,3	18,4	0,01	0,18	0,17	0,26
20	15,2	14,3	16,5	32,7	0,16	0,33	0,16	
24	16,5	26,5	32,9	59,2	0,33	0,59	0,26	
28	15,2	10,2	48,1	69,4	0,48	0,69	0,21	
32	16,5	10,2	64,6	79,6	0,65	0,80	0,15	
36	15,2	10,2	79,7	89,8	0,80	0,90	0,10	
40	13,9	4,1	93,7	93,9	0,94	0,94	0,00	
44	3,8	4,1	97,5	98,0	0,97	0,98	0,00	
48	2,5	2,0	100,0	100,0	1,00	1,00	0,00	

Таблица 35 – Расчет критерия Колмогорова при сравнении частот крайних и центральных рядов экотипов лиственницы европейской

Ступень толщины, см	$N_к$	$N_ц$	$\sum n_к$	$\sum n_ц$	$\frac{\sum n_к}{N_к}$	$\frac{\sum n_ц}{N_ц}$	$\left\lvert \frac{\sum n_к}{N_к} - \frac{\sum n_ц}{N_ц} \right\rvert$	d_{max}
Ивано-Франковская область, Галичский р-н (ППП 15)								
16	0,0	2,9	0,0	2,9	0,00	0,03	0,03	0,24
20	3,9	11,8	3,9	14,7	0,04	0,15	0,11	
24	5,9	11,8	9,8	26,5	0,10	0,26	0,17	
28	13,7	20,6	23,5	47,1	0,24	0,47	0,24	
32	11,8	8,8	35,3	55,9	0,35	0,56	0,21	
36	11,8	14,7	47,1	70,6	0,47	0,71	0,24	
40	17,6	17,6	64,7	88,2	0,65	0,88	0,24	
44	9,8	5,9	74,5	94,1	0,75	0,94	0,20	
48	5,9	2,9	80,4	97,1	0,80	0,97	0,17	
56	5,9	2,9	86,3	100,0	0,86	1,00	0,14	
60	5,9	0,0	92,2	100,0	0,92	1,00	0,08	
64	3,9	0,0	96,1	100,0	0,96	1,00	0,04	
68	3,9	0,0	100,0	100,0	1,00	1,00	0,00	
Московская область, Раменский гор округ (ППП 24)								
8	0,0	4,5	0,0	4,5	0,00	0,05	0,05	0,35
12	1,2	2,3	1,2	6,8	0,01	0,07	0,06	
16	6,0	15,9	7,2	22,7	0,07	0,23	0,15	
20	4,8	13,6	12,0	36,4	0,12	0,36	0,24	
24	12,0	4,5	24,1	40,9	0,24	0,41	0,17	
28	8,4	11,4	32,5	52,3	0,33	0,52	0,20	
32	3,6	11,4	36,1	63,6	0,36	0,64	0,27	
36	13,3	20,5	49,4	84,1	0,49	0,84	0,35	
40	7,2	6,8	56,6	90,9	0,57	0,91	0,34	
44	10,8	4,5	67,5	95,5	0,67	0,95	0,28	
48	14,5	2,3	81,9	97,7	0,82	0,98	0,16	
52	10,8	2,3	92,8	100,0	0,93	1,00	0,07	
56	2,4	0,0	95,2	100,0	0,95	1,00	0,05	
64	1,2	0,0	96,4	100,0	0,96	1,00	0,04	
68	2,4	0,0	98,8	100,0	0,99	1,00	0,01	
72	1,2	0,0	100,0	100,0	1,00	1,00	0,00	
Москва, Троицкий адм. округ (ППП 37)								
16	8,6	5,9	8,6	5,9	0,09	0,06	0,03	0,24
20	3,4	5,9	12,1	11,8	0,12	0,12	0,00	
24	6,9	11,8	19,0	23,5	0,19	0,24	0,05	
28	10,3	11,8	29,3	35,3	0,29	0,35	0,06	
32	13,8	26,5	43,1	61,8	0,43	0,62	0,19	
36	12,1	17,6	55,2	79,4	0,55	0,79	0,24	
40	22,4	17,6	77,6	97,1	0,78	0,97	0,19	
44	12,1	2,9	89,7	100,0	0,90	1,00	0,10	
48	8,6	0,0	98,3	100,0	0,98	1,00	0,02	
52	1,7	0,0	100,0	100,0	1,00	1,00	0,00	

Таблица 36 – Результаты сравнения эмпирических распределений числа деревьев экотипов лиственницы для крайних и центральных рядов

№ ППП	Максимальная разность частот распределений d_{max}	Расчетное значение $K(\lambda)$	Табличное значение $K(\lambda)$ (P_2=0,95)
Лиственница сибирская			
3	0,36	3,59	1,36
10	0,38	3,77	
33	0,38	3,75	
Лиственница Сукачёва			
12	0,24	2,43	1,36
31	0,26	2,62	
39	0,36	2,63	
Лиственница европейская			
15	0,24	2,35	1,36
24	0,35	3,47	
37	0,24	2,42	

Так как фактические значения критерия Колмогорова для всех отобранных экотипов превышает теоретическое значение, равное 1,36 на 5-ти процентном уровне значимости, сравниваемые ряды распределения числа деревьев по толщине имеют статистически значимые различия. На основе вышеизложенного можно утверждать, что условия роста деревьев в крайних и центральных рядах существенно различаются. При проектировании культур лиственницы необходимо учитывать влияние опушечности на рост и развитие деревьев.

Толщина самых крупных деревьев в крайних рядах превышает толщину наиболее крупных деревьев в центральных рядах минимум на одну ступень толщины. В крайних рядах наблюдается правосторонняя асимметрия распределения, а в центральных рядах – левосторонняя. В качестве примера приводим культуры лиственницы сибирской из Ирбейского района Красноярского края на ППП 33 (рисунок 109).

Данное явление объясняется тем, что в крайних рядах наибольшее количество деревьев имеют толщину 28 сантиметров. В центральных рядах преобладают тонкомерные деревья, имеющие толщину 16 сантиметров.

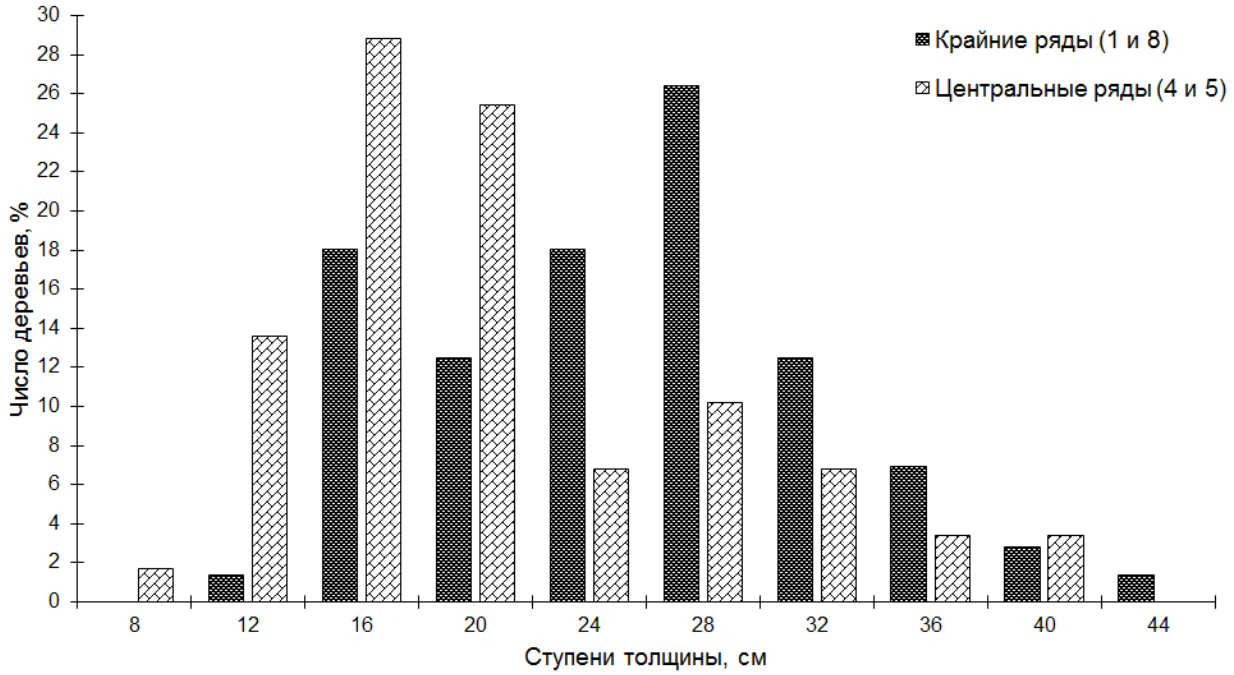


Рисунок 109 – Распределение числа деревьев лиственницы сибирской в крайних и центральных рядах по ступеням толщины на ППП 33

Сравнение условий роста и определение площади питания деревьев в крайних и центральных рядах

В целях объективного сравнения условий роста деревьев, находящихся в крайних и в центральных рядах культур на постоянных пробных площадях, проведен расчет таксационных показателей для совокупности деревьев, произрастающих в этих рядах (таблица 37).

Таблица 37 – Таксационная характеристика совокупности деревьев крайних и центральных рядов чистых культур лиственницы

№ ППП	Крайние ряды (первый и последний)			Центральные ряды (два центральных)		
	N, шт.	D, см	V, м^3	N, шт.	D, см	V, м^3
Лиственница сибирская						
3	79	27,3	0,850	68	21,8	0,504
10	88	28,9	0,893	74	21,7	0,482
33	72	26,4	0,777	59	22,1	0,514
Лиственница Сукачёва						
12	74	30,0	1,079	44	26,4	0,811
31	57	35,0	1,434	46	27,6	0,852
39	79	31,7	1,180	49	27,5	0,857
Лиственница европейская						
15	51	42,2	2,289	34	33,7	1,373
24	83	40,3	2,062	44	30,3	1,094
37	58	36,1	1,660	34	32,5	1,308

Для всех представленных экотипов таксационные показатели совокупности деревьев крайних рядов превышают аналогичные показатели совокупности деревьев центральных рядов. В среднем, для чистых географических культур, сохранность деревьев в крайних рядах в полтора раза превышает сохранность деревьев в центральных рядах.

Определение площади роста деревьев в крайних рядах чистых культур лиственницы проводилось на основе анализа схемы закладки. В связи с тем, что расстояние между рядами культур на каждой пробной площади составляет 2,5 метра, расстояние между крайними рядами смежных экотипов – 5 метров, деревья в крайних рядах культур каждого экотипа имеют большую площадь роста в сравнении с деревьями, расположенными в центральных рядах. При этом площадь почвенного питания каждого дерева из центрального ряда в соответствии со схемой посадки культур равна 1,25 м^2, у деревьев крайнего ряда – 1,88 м^2. Таким образом, каждое дерево крайнего ряда имеет площадь питания в полтора раза выше, чем в центральном ряду (рисунок 110).

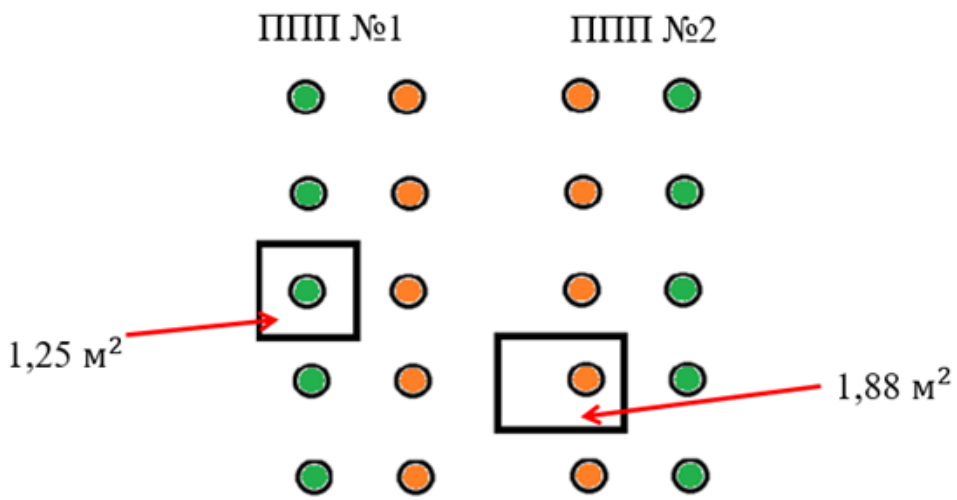


Рисунок 110 – Полигон площади питания крайних и центральных рядов

Учитывая вышесказанное, наблюдается прямая зависимость между площадью роста и сохранностью деревьев. Наибольшая дифференциация сохранности деревьев отмечена у лиственницы европейской, наименьшая – у лист-

венницы сибирской. Лиственница Сукачёва занимает промежуточное положение. При увеличении площади роста число деревьев, средний диаметр и объём ствола возрастают. Этот факт необходимо учитывать при проектировании, создании и выращивании плантационных культур.

На основании приведенной информации можно оценить степень использования деревьями расстояния между постоянными пробными площадями. Произрастающие в крайних (опушечных) рядах деревья смежных экотипов в процессе роста постепенно используют 5-метровое расстояние между постоянными пробными площадями в среднем на 2,5 метра от посадочного места каждого дерева в крайнем ряду. Деревья крайних рядов лиственницы сибирской, имея наименьшие морфометрические показатели (объём ствола, диаметр кроны, корней и т. д.) по сравнении с другими видами лиственницы, как правило, к 67 годам не осваивают в полной мере предоставленное им расстояние – среднее распространение кроны и корней составляет 1,7 м от посадочного места в крайнем ряду. Находящиеся в аналогичных условиях деревья лиственницы европейской, имея наибольшие таксационные показатели, осваивают максимальное расстояние, нередко подавляя при этом соседние экотипы лиственниц сибирской и Сукачёва – в среднем, 3 метра от посадочного места в крайнем ряду. Деревья лиственницы Сукачёва занимают промежуточное положение, осваивая в среднем 2,5 метра в сторону культур соседнего экотипа без подавления роста деревьев.

В естественно формирующимся древостое деревья располагаются хаотично, следовательно, полигон будет выглядеть в виде многогранника (рисунок 111).

На основе метода Штера для рядовых культур лиственницы был построен примерный полигон каждого дерева, который имеет форму прямоугольника, отображающего площадь питания деревьев в крайних рядах в зависимости от диаметра деревьев лиственницы европейской на пробной площади 37 (рисунок 112).

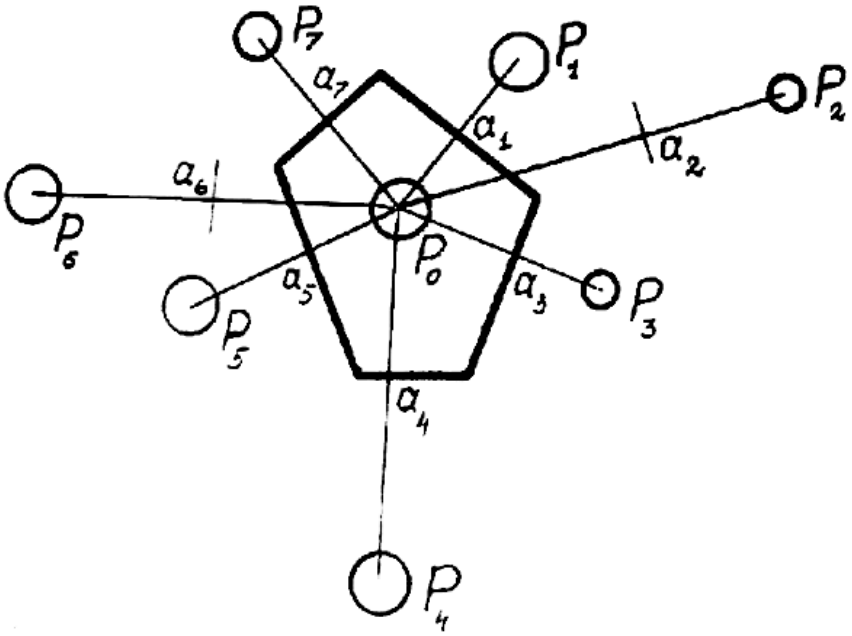


Рисунок 111 – Схема определения площади роста по Штеру в естественно формирующимся древостое

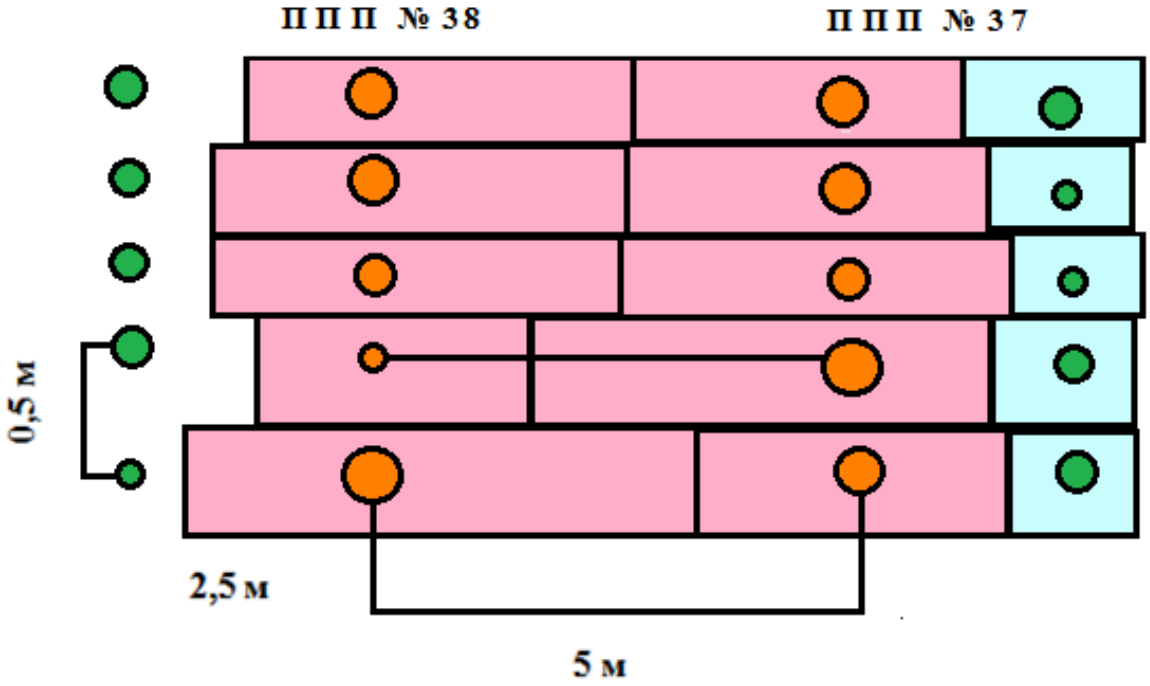


Рисунок 112 – Примерные полигоны площади питания крайних и центральных рядов, полученные по методу Штера

Основываясь на вышеизложенном материале, можно утверждать, что в крайних рядах наблюдаются более благоприятные условия роста деревьев, чем в центральных, что обеспечивает наилучшее развитие и высокую сохранность деревьев.

Особенностью созданных географических культур является неравномерность распределения деревьев при посадке, так как расстояние между сеянцами в рядах в пять раз меньше расстояния между рядами. Применение схемы посадки 2,5×0,5 м, наряду с низкой эффективностью проведённых лесоводственных уходов, вызвало нарушение принципа симметрии в морфогенезе деревьев. Кроны развитых деревьев в крайних рядах имеют двустороннюю симметрию, при этом горизонтальная проекция по форме приближена к эллипсу, плоскость симметрии соответствует направлению ряда.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Статистический анализ размера деревьев по отдельным рядам указывает на достоверность определения средней толщины при точности определения от ±3,9 до ±12,6 %. Во всех случаях достоверность доказана ($t > 3$).

2. Статистически доказаны различия среднего диаметра по учетным рядам, описываемые вогнутой параболой второго порядка с показателями детерминации R-квадрат для лиственницы сибирской от 0,58 до 0,86, для лиственницы Сукачёва от 0,50 до 0,53, для лиственницы европейской – 0,65.

3. Статистически доказано наличие различий по числу деревьев в рядах культур от первого до восьмого, описанное вогнутой параболой второго порядка с показателями детерминации от 0,33 до 0,61 для лиственницы сибирской, от 0,43 до 0,87 для лиственницы Сукачёва, от 0,70 до 0,92 для лиственницы европейской.

4. Существенно изменяются значения объёма ствола среднего дерева от ряда к ряду. Чем глубже к центральным рядам (4-5 ряды), тем меньше объём деревьев и большая степень их угнетения и стагнации. Указанная закономерность отображается вогнутой кривой параболы второго порядка с показателями детерминации для лиственницы сибирской от 0,60 до 0,88, для лиственницы Сукачёва от 0,53 до 0,55, для лиственницы европейской от 0,66 до 0,69.

5. Сравнение эмпирических частот в 1, 8 рядах с частотами в 4, 5 рядах по критерию Колмогорова-Смирнова указывает на существенные различия рядов распределения деревьев по толщине. Расчетные значения критерия

Лямбда (λ) составляют от 2,35 до 3,77, что превышает критическое значение второго порогового уровня доверительной вероятности, равное 1,36.

6. Для дальнейших исследований предложено использовать площадные полигоны деревьев по методу Штера, чтобы оценить закономерности формирования естественного и патологического отпада разных экотипов лиственницы.

РЕЗУЛЬТАТЫ РОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ В СМЕШЕНИИ С СОСНОЙ И ЕЛЬЮ

В 2016-2017 годах проведен сплошной перечет в лиственнично-сосновых и лиственнично-еловых культурах, результаты которого позволяют сделать выводы о перспективности создания смешанных древостоев с участием лиственницы и об устойчивости экотипов в процессе роста с сосной и елью местного происхождения. Таксация лиственнично-сосновых культур проведена студентами Е.А. Царевой, А.Н. Никулиным, В.И. Умниковым, лиственнично-еловых культур – Д.Е. Сухановой и И.Ю. Востриковым. Камеральная обработка перечетов проведена Н.В. Корешковым и Е.А. Царевой.

В первые годы роста смешанных культур полностью выпала лиственница сибирская алтайской расы из Шебалинского района Республики Алтай (ППП 11), Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области Казахстана (ППП 25) и лиственница даурская из Вилюйского района Республики Саха (ППП 23).

Проведенное обследование приспевающих культур показало, что при совместном произрастании с елью к 65 годам полностью выпала лиственница сибирская из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30), лиственница даурская из Ленского района Республики Саха (ППП 28) и Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35), лиственница Сукачёва из Миасского городского округа Челябинской области (ППП 32). Вследствие медленного роста, культуры лиственницы вышеперечисленного географического происхождения не выдержали конкуренции с елью за почвенно-световые ресурсы. Отставание светолюбивой лиственницы в росте вызвало постепенное перемещение её под затенённый полог ели, вследствие чего произошел массовый отпад деревьев.

При совместном произрастании перечисленных экотипов лиственницы со светолюбивой сосной также наблюдается отставание лиственницы в росте, однако, вследствие большей освещённости полога, отпад лиственницы протекает менее интенсивно, что определяет большую сохранность культур.

По результатам обследования в смешении с сосной обыкновенной получена таксационная характеристика 37 сохранившихся экотипов (таблица 38), в смешении с елью европейской – 31 экотипа (таблица 39).

Таблица 38 – Таксационная характеристика 65-летних географических культур лиственницы в смешении с сосной обыкновенной

№ ПП	География происхождения семян	Состав		$D_{ср}$, см	$H_{ср}$, м	$V_{ср}$, $м^3$	G, $м^2$/га	N, шт./га	M, $м^3$/га	Бонитет
		В 2 года	В 65 лет							
Лиственница сибирская										
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	57Л	4Л	16,1	22,5	0,237	2,1	102	24,1	I
		43С	96С	31,5	31,0	1,087	40,0	515	559,3	I_c
3	Омская область, Тарский р-н	57Л	67Л	23,6	28,2	0,612	34,0	777	475,6	I_b
		43С	33С	29,1	29,1	0,881	18,1	272	239,5	I_b
7	Московская область, Раменский гор. округ	57Л	24Л	19,7	25,6	0,393	14,0	461	181,4	I_a
		43С	76С	32,2	31,3	1,156	41,6	510	589,4	I_c
8	Московская область, Раменский гор. округ	57Л	41Л	23,0	27,8	0,571	21,9	529	302,0	I_b
		43С	59С	30,7	30,7	1,033	31,6	427	441,2	I_c
9	Республика Тыва, Кызылский р-н	57Л	2Л	15,8	22,4	0,228	0,9	49	11,0	I
		43С	98С	32,0	30,4	1,106	41,4	515	569,3	I_b
10	Иркутская область, Братский р-н	57Л	35Л	22,4	27,3	0,540	17,8	451	244,0	I_a
		43С	65С	30,1	29,6	0,956	33,8	476	455,0	I_b
16	Красноярский край, Енисейский р-н	57Л	22Л	20,2	26,0	0,416	8,3	257	107,1	I_a
		43С	78С	31,1	28,9	0,995	29,5	388	386,4	I_b
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	57Л	36Л	21,9	26,8	0,503	18,1	481	241,9	I_a
		43С	64С	31,3	29,8	1,036	32,5	422	437,6	I_b
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	57Л	36Л	23,6	23,1	0,496	18,8	430	213,4	I
		43С	64С	30,5	27,8	0,937	30,2	412	386,1	I_b
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	57Л	23Л	19,7	25,9	0,393	13,1	432	169,8	I_a
		43С	77С	31,3	30,4	1,049	40,6	529	555,3	I_b
30	Красноярский край, Туруханский р-н	57Л	4Л	15,0	22,4	0,207	1,6	87	18,1	I
		43С	96Е	31,0	30,7	1,040	35,9	476	495,0	I_c
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	57Л	20Л	19,2	24,5	0,355	11,1	383	136,3	I_a
		43С	80С	30,8	30,0	1,045	39,5	529	553,0	I_b
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	57Л	77Л	27,6	31,3	0,920	32,8	549	504,6	I_c
		43С	23С	29,2	29,8	0,908	11,4	170	154,3	I_b
36	Москва, Троицкий адм. округ	57Л	16Л	15,7	22,9	0,228	8,2	422	96,2	I
		43С	84С	38,8	32,7	1,218	48,9	413	502,4	I_c
Лиственница Сукачёва										
1	Республика Коми, Удорский р-н	50Л	12Л	16,5	23,2	0,254	7,6	355	90,3	I
		50С	88С	33,7	31,2	1,252	45,6	510	639,0	I_c
4	Архангельская область, Вельский р-н	57Л	27Л	18,8	25,2	0,358	14,6	524	187,5	I_a
		43С	73С	30,3	30,0	0,986	36,8	510	502,6	I_b
12	Кировская область, Подосиновский р-н	57Л	33Л	20,7	26,6	0,448	17,4	519	232,9	I_a
		43С	67С	30,1	29,8	0,962	34,3	481	462,4	I_b
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	57Л	26Л	18,4	25,2	0,347	14,7	549	190,2	I_a
		43С	74С	31,2	30,7	1,060	38,6	505	535,1	I_c

№ ПП	География происхождения семян	Состав		$D_{ср}$, см	$H_{ср}$, м	$V_{ср}$, $м^3$	G, $м^2$/га	N, шт./га	M, $м^3$/га	Бонитет
		В 2 года	В 65 лет							
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	57Л	15Л	17,8	24,7	0,318	6,8	272	86,6	I_a
		43С	85С	31,2	30,3	1,049	34,9	456	478,8	I_b
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	50Л	27Л	18,4	23,5	0,324	11,9	449	145,4	I
		50С	73С	29,7	27,7	0,886	29,9	433	383,4	I_b
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	57Л	35Л	18,9	24,7	0,313	14,7	524	164,1	I_a
		43С	65С	30,4	30,6	1,000	21,9	301	301,0	I_b
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	57Л	43Л	27,1	30,6	0,855	23,3	403	344,4	I_b
		43С	57С	32,7	32,0	1,206	31,7	379	456,6	I_c
31	Смоленская область, Новодугинский р-н	57Л	61Л	35,0	30,8	1,395	33,6	350	487,5	I_c
		43С	39С	31,2	30,1	1,037	22,6	296	307,0	I_b
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	57Л	14Л	21,0	25,8	0,443	4,9	141	62,3	I_a
		43С	86С	28,9	30,3	0,894	28,0	427	382,1	I_b
38	Свердловская обл., Горноуральский гор. округ	57Л	15Л	17,3	24,2	0,288	9,5	403	116,2	I_a
		43С	85С	32,2	30,9	1,129	47,0	578	652,4	I_c
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	57Л	61Л	26,0	28,3	0,732	27,6	523	382,2	I_b
		43С	39С	27,7	28,7	0,799	18,3	304	242,6	I_b
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	57Л	35Л	21,0	24,5	0,425	16,8	487	207,0	I_a
		43С	65С	29,4	28,4	0,883	29,7	438	386,4	I_b
Лиственница европейская										
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	40Л	84Л	37,2	33,2	1,664	59,1	544	904,5	I_c
		60С	16С	29,9	30,2	0,969	12,3	175	169,3	I_b
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	57Л	57Л	30,2	31,0	1,062	20,5	286	304,1	I_c
		43С	43С	33,6	29,1	1,171	17,2	194	227,4	I_b
18	Московская область, Можайский гор. округ	57Л	72Л	30,2	31,0	1,074	32,3	451	485,0	I_c
		43С	28С	29,7	29,1	0,915	14,4	209	191,1	I_b
24	Московская область, Раменский гор. округ	57Л	63Л	31,9	30,2	1,131	32,5	408	461,2	I_b
		43С	37С	29,9	29,3	0,933	20,5	291	271,9	I_b
37	Москва, Троицкий адм. округ	57Л	87Л	34,6	33,9	1,486	54,2	578	858,2	I_c
		43С	13С	31,4	31,0	1,079	9,0	117	125,7	I_c
Лиственница даурская										
6	Забайкальский край, Александрово-Заводский р-н	57Л	10Л	18,6	25,5	0,350	4,6	170	59,5	I_a
		43С	90С	31,1	30,6	1,054	39,5	519	547,6	I_b
28	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	57Л	4Л	16,2	23,6	0,245	2,2	107	26,1	I
		43С	96С	30,7	30,7	1,019	40,9	553	564,0	I_c
35	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	57Л	4Л	15,8	22,2	0,225	1,8	92	20,8	I
		43С	96С	32,6	30,7	1,149	38,0	456	524,1	I_c
Лиственница Чекановского										
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	57Л	28Л	21,3	26,3	0,469	13,8	388	182,0	I_a
		43С	72С	29,6	30,4	0,955	34,5	500	477,3	I_b
Лиственница японская										
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	57Л	40Л	27,7	31,6	0,913	23,2	383	350,1	I_c
		43С	60С	32,9	31,3	1,201	37,6	442	530,7	I_c

Таблица 39 – Таксационная характеристика 65-летних географических культур лиственницы в смешении с елью европейской

№ ПП	География происхождения семян	Состав		$D_{ср}$, см	$H_{ср}$, м	$V_{ср}$, $м^3$	G, $м^2$/га	N, шт./га	M, $м^3$/га	Бонитет
		2 года	65 лет							
Лиственница сибирская										
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	60Л	36Л	24,6	26,2	0,601	16,3	343	206,0	I_a
		40Е	64Е	30,9	26,5	0,945	28,6	382	361,0	I_a
3	Омская область, Тарский р-н	60Л	83Л	30,0	28,9	0,979	42,7	602	589,3	I_b
		40Е	17Е	20,1	21,7	0,350	11,0	350	122,3	I
7	Московская область, Раменский гор. округ	60Л	75Л	26,2	26,6	0,690	37,4	693	478,0	I_a
		40Е	25Е	21,2	23,8	0,424	13,1	369	156,5	I
8	Московская область, Раменский гор. округ	60Л	62Л	28,3	26,2	0,778	28,0	447	347,7	I_a
		40Е	38Е	24,8	25,6	0,599	16,9	350	209,3	I_a
10	Иркутская область, Братский р-н	50Л	28Л	23,7	25,3	0,545	14,9	338	184,6	I_a
		50Е	72Е	27,7	27,6	0,798	36,4	605	482,3	I_b
16	Красноярский край, Енисейский р-н	50Л	22Л	22,8	25,1	0,502	10,9	266	133,6	I_a
		50Е	78Е	27,7	27,2	0,802	35,6	588	471,9	I_a
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	50Л	25Л	24,2	24,9	0,564	12,2	266	150,2	I_a
		50Е	75Е	30,5	28,1	0,986	32,9	449	443,2	I_b
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	49Л	45Л	25,5	24,8	0,611	25,6	502	307,1	I_a
		51Е	55Е	29,2	27,9	0,911	27,7	414	377,6	I_b
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	50Л	30Л	26,1	25,8	0,665	15,8	296	197,0	I_a
		50Е	70Е	27,7	26,3	0,766	35,4	587	449,4	I_a
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	50Л	45Л	23,9	24,5	0,538	20,5	456	245,4	I_a
		50Е	55Е	24,2	25,3	0,577	23,7	516	297,4	I_a
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	50Л	65Л	29,9	27,6	0,915	29,1	415	379,7	I_b
		50Е	35Е	19,2	22,9	0,352	17,1	587	206,8	I
36	Москва, Троицкий адм. округ	50Л	34Л	27,9	26,6	0,801	17,0	279	223,1	I_a
		50Е	66Е	27,8	26,4	0,770	33,7	557	428,8	I_a
Лиственница Сукачёва										
1	Республика Коми, Удорский р-н	52Л	32Л	23,9	24,6	0,524	23,4	521	273,2	I_a
		48Е	68Е	33,4	26,2	1,107	45,7	521	577,4	I_a
4	Архангельская область, Вельский р-н	60Л	66Л	26,6	26,9	0,718	35,2	634	455,6	I_a
		40Е	34Е	25,1	27,4	0,658	17,6	356	234,3	I_b
12	Кировская область, Подосиновский р-н	50Л	11Л	23,9	24,5	0,540	6,5	144	77,9	I_a
		50Е	89Е	28,6	26,9	0,828	49,2	766	634,0	I_a
13	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	50Л	15Л	22,8	23,6	0,474	10,8	266	126,2	I
		50Е	85Е	31,1	28,6	1,035	51,5	677	700,7	I_b
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	50Л	18Л	23,1	23,8	0,493	11,4	272	134,1	I
		50Е	82Е	31,0	27,9	1,011	45,3	599	605,8	I_b
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	43Л	26Л	24,2	24,4	0,551	19,1	415	228,3	I_a
		57Е	74Е	32,5	28,9	1,147	45,8	553	633,9	I_b
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	50Л	33Л	25,1	25,1	0,601	15,0	302	181,5	I_a
		50Е	67Е	29,2	26,4	0,846	29,7	444	376,2	I_a
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	50Л	51Л	24,9	29,2	0,687	21,1	433	297,3	I_b
		50Е	49Е	25,4	26,5	0,656	22,2	439	287,7	I_a
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	60Л	94Л	32,7	28,5	1,120	44,7	533	597,2	I_b
		40Е	6Е	16,0	20,8	0,217	3,5	174	37,8	II

№ ПП	География происхождения семян	Состав		$D_{ср}$, см	$H_{ср}$, м	$V_{ср}$, $м^3$	G, $м^2$/га	N, шт./га	M, $м^3$/га	Бонитет
		2 года	65 лет							
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	60Л	37Л	23,0	24,1	0,490	20,4	493	241,6	I
		40Е	63Е	29,2	27,3	0,879	30,8	461	405,5	I_a
41	Нижегородская область, Краснобаковский р-н	16Л	43Л	32,0	28,1	1,062	24,8	308	327,4	I_b
		84Е	57Е	28,8	26,5	0,832	33,8	519	431,8	I_a
Лиственница европейская										
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	20Л	70Л	40,4	31,5	1,823	53,9	422	768,5	I_c
		80Е	30Е	25,3	26,3	0,681	24,0	477	324,9	I_a
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	50Л	68Л	35,1	28,7	1,301	32,2	333	433,1	I_b
		50Е	32Е	22,6	24,2	0,480	17,0	422	202,6	I_a
18	Московская область, Можайский гор. округ	50Л	60Л	33,7	28,5	1,203	32,2	361	434,0	I_b
		50Е	40Е	26,6	26,9	0,736	21,6	388	285,7	I_a
24	Московская область, Раменский гор. округ	50Л	77Л	37,2	32,6	1,615	38,7	356	574,3	I_c
		50Е	23Е	24,3	26,5	0,592	13,4	290	172,0	I_a
37	Москва, Троицкий адм. округ	50Л	65Л	32,9	31,2	1,233	32,6	385	475,0	I_c
		50Е	35Е	25,4	26,5	0,675	19,0	373	251,9	I_a
Лиственница даурская										
6	Забайкальский край, Александрово-Заводский р-н	60Л	13Л	24,2	27,1	0,609	6,2	136	82,7	I_a
		40Е	87Е	32,0	28,3	1,079	40,6	505	545,0	I_b
Лиственница Чекановского										
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	60Л	62Л	28,7	27,6	0,848	33,1	511	433,6	I_b
		40Е	38Е	24,1	26,2	0,583	20,9	460	267,8	I_a
Лиственница японская										
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	56Л	39Л	23,5	30,2	0,650	21,1	486	315,9	I_b
		44Е	61Е	32,9	26,2	1,072	39,3	462	495,7	I_a

Исходя из протяженности первоначально заложенных рядов культур и равномерной посадки сеянцев лиственницы, сосны и ели, в лиственнично-сосновых культурах первоначальный состав в большинстве случаев был 57Л43С, за исключением экотипов № 1 и 21, где хвойные породы высаживались в равных количествах, и экотипа № 15 с составом 60С40Л; лиственнично-еловые культуры закладывались, в основном, с равным долевым участием пород или с незначительным преобладанием лиственницы – 60Л40Е, за исключением экотипов № 1 и 21, где доля участия лиственницы составляла 43 и 52 %, экотипа № 41 с составом 86Е16Л и экотипа № 15 с составом 80Е20Л. Два последних экотипа имели мало сеянцев лиственницы ввиду недостатка посадочного материала при закладке культур. В смешении с сосной лиственницу на ППП 15 сажали через 1 м, сосну через 0,5 м. В смешении с елью лиственницу на

ППП 15 и 41 сажали в рядах через 2 метра, ель – через 0,5 м. Культуры остальных экотипов закладывались по схеме посадки 2,5×0,5 м.

На основе приведенных в таблицах 37 и 38 данных становится очевидно, что культуры разных видов лиственницы в условиях Московской области при равном смешении с коренными хвойными породами (сосной обыкновенной и елью европейской) значительно различаются по составу и продуктивности.

В смешении с сосной обыкновенной наибольшее количество экотипов лиственницы сибирской отстает в росте. Доля участия лиственницы в 65-летних культурах составляла от 16 до 41 % запаса культур. Не выдерживают конкуренцию с сосной и постепенно выпадают культуры из Кяхтинского района Республики Бурятии (ППП 2), Кызылского района Республики Тыва (ППП 9) и Туруханского района Красноярского края (ППП 30) – долевое участие лиственницы в составе культур – от 2 до 4 %. Наибольшую устойчивость в процессе произрастания с сосной и высокую продуктивность имеют культуры из Тарского района Омской области (ППП 3) и Ермаковского района Красноярского края (ППП 34). Общий запас 65-летних культур – 715 и 659 м^3/га, при этом доля участия лиственницы составляла 67 и 77 %.

Большинство экотипов лиственницы Сукачёва в процессе роста также заглушаются сосной. Доля участия лиственницы составляла от 12 до 43 % запаса древостоев. Наибольшую продуктивность и устойчивость имеют экотипы из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) и Сокольского района Нижегородской области (ППП 39). Общий запас культур в возрасте 65 лет составлял 795 и 625 м^3/га, при доле участия лиственницы 61 %.

Высокую продуктивность и устойчивость в смешении с сосной имеют экотипы лиственницы европейской. Общий запас 65-летних культур составлял от 532 до 1074 м^3/га при заметном преобладании лиственницы в составе – от 57 до 87 % по запасу. Наибольшую продуктивность имели культуры из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15) и Троицкого административного округа Москвы (ППП 37) – 1074 и 984 м^3/га при запасе лиственницы 905 и 858 м^3/га. Необходимо отметить, что лиственница на ППП 15

при начальном участии всего 40 % в процессе роста опередила сосну и к 65 годам заняла господствующее положение в древостое. Аналогичная тенденция подтверждается данными Н.Н. Карасева [57].

Экотипы лиственницы даурской на ППП 28 и 35 при произрастании с сосной имеют интенсивный отпад. В 65-летнем возрасте доля лиственницы в составе не превышала 4 %. Культуры из Александрово-Заводского района Забайкальского края находятся в угнетенном состоянии, доля лиственницы составляла 10 % в общем запасе смешанных культур.

В смешении с сосной и елью также обследованы культуры лиственницы Чекановского из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5) и японской (Кемпфера) из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22). Лиственница Чекановского, как и большинство представителей родственных видов – лиственниц сибирской и даурской, в процессе роста уступает сосне. В возрасте 65 лет доля участия породы составляла 28 % в запасе древостоя.

Лиственница японская (Кемпфера) несколько уступает сосне, состав культур – 60С40Л. В возрасте 50 лет, по данным Н.Н. Карасева, лиственница занимала господствующее положение в древостое, но вследствие вымокания в последующие годы продуктивность культур снизилась.

В смешении с елью европейской большинство экотипов лиственницы сибирской находятся в угнетенном состоянии с долей участия лиственницы в составе 65-летних культур от 22 до 45 %. Наибольшую устойчивость и высокую продуктивность имеют культуры из Тарского района Омской области (ППП 3), Раменского городского округа Московской области (ППП 7 и 8) и Ермаковского района Красноярского края (ППП 34), общий запас стволовой древесины в возрасте 65 лет составлял от 557 до 712 м^3/га при участии лиственницы 62-83 % в запасе. Наибольшую продуктивность и устойчивость имеет экотип из Омской области на ППП 3, запас стволовой древесины лиственницы в аналогичном возрасте составлял 589 м^3/га. Культуры из Московской области (ППП 7 и 8), являясь вторым поколением лиственницы сибирской из Сонского

лесхоза Боградского района Хакассии, в сравнении с первым поколением (ППП 20), имеют большую продуктивность и устойчивость, что свидетельствует об адаптации последующих поколений лиственницы к более благоприятным условиям произрастания в Московской области в сравнении с Хакассией. Аналогичная тенденция подтверждается данными Н.Н. Карасёва [57].

Большинство экотипов лиственницы Сукачёва в процессе роста уступают ели, в связи с чем последняя преобладает в составе древостоев. Долевое участие лиственницы в возрасте 65 лет составляло от 11 до 43 % по запасу. Наибольшей продуктивностью и конкурентоспособностью отличается лиственница из Вельского района Архангельской области (ППП 4), Кирово-Чепецкого района Кировской области (ППП 29) и Сокольского района Нижегородской области (ППП 39). Общий запас стволовой древесины культур в возрасте 65 лет находился в диапазоне от 585 до 690 м^3/га при долевом участии лиственницы 51-94 % в запасе древостоев. Наибольшей продуктивности достигли культуры из Нижегородской области (ППП 39) – запас лиственницы составлял 597 м^3/га. В смешении с елью культуры из Смоленской области (ППП 31) не высаживались, поэтому данные по этому экотипу не приводятся.

Все представленные экотипы лиственницы европейской опередили в процессе роста ель, к 65 годам заняли господствующее положение в древостоях (60-77 % по запасу), имея высокую продуктивность – от 636 до 1093 м^3/га. Наибольший запас и сохранность отмечены у экотипа из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), несмотря на сравнительно небольшое количество сеянцев лиственницы при закладке культур – 20 %.

Среди экотипов лиственницы даурской на момент обследования культур сохранился только один – самый южный из Александрово-Заводского района Забайкальского края (ППП 6). На пробной площади преобладает ель (состав 87Е13Л), лиственница находится в угнетенном состоянии. Единственный экотип лиственницы Чекановского на ППП 5 опережает в росте ель и характери-

зуется устойчивостью в процессе конкуренции с ней за почвенно-световые ресурсы (состав 62Л38Е). Вследствие формирования патологического отпада в культурах лиственницы японской (Кемпфера), продуктивность древостоя снизилась, и к 65 годам состав стал 61Е39Л.

Преобладание лучших экотипов лиственницы над сосной и елью при совместном произрастании в смешанных культурах еще более заметно при построении распределений числа деревьев по ступеням толщины. Для примера приводим культуры лиственницы сибирской из Тарского района Омской области на ППП 3 (рисунок 113).

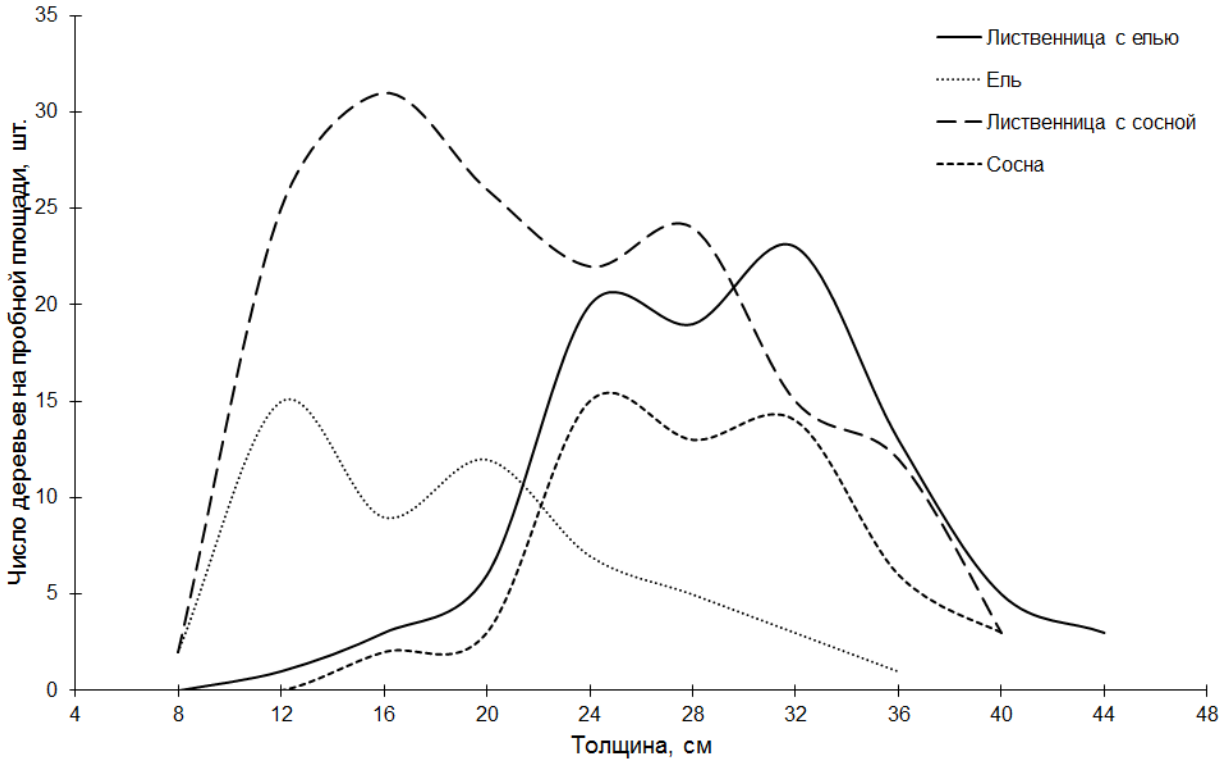


Рисунок 113 – Распределение числа деревьев лиственницы сибирской, сосны обыкновенной и ели европейской по ступеням толщины на ППП 3 (семена лиственницы из Тарского района Омской области)

При произрастании с сосной, лиственница существенно преобладает по числу деревьев, однако, максимальное количество деревьев лиственницы находится в ступени толщины 16, при этом наибольшее число деревьев сосны – в ступени 24. Это связано с большей сохранностью деревьев лиственницы, чем деревьев сосны. Вследствие высокой густоты в рядах, лиственница

имеет большое количество тонкомерных стволов, у сосны дифференциация и отпад отстающих в росте деревьев в рядах протекали интенсивнее, по этой причине при обследовании отмечено небольшое количество тонкомерных деревьев. Максимальный диаметр у обеих пород находится в пределах ступени толщины 40. Минимальный диаметр лиственницы находится в ступени 8, сосны – в ступени 12, таким образом, у лиственницы отмечается больший размах варьирования диаметра, чем у сосны.

При произрастании с елью, лиственница также существенно преобладает по числу деревьев, максимальное их количество находится в ступени 32, при этом наибольшее число деревьев ели – в ступени 12. У лиственницы отмечается крайне низкое количество тонкомерных деревьев (ступени 8-20). Это объясняется тем, что в процессе конкуренции с елью все отстающие в росте деревья лиственницы испытывали затенение елью и выпали, к фазе приспевания сохранились в основном развитые деревья, опережающие в росте ель и имеющие удовлетворительные световые условия. Максимальный диаметр лиственницы находится в пределах ступени 44, ели – в ступени 36. Минимальный диаметр у обеих пород расположен в ступени 8. У лиственницы отмечается больший размах варьирования диаметра, чем у ели.

Результаты и выводы. Большинство экотипов лиственниц сибирской, Сукачёва, а также культуры лиственниц даурской и Чекановского в процессе роста в смешении с сосной и елью характеризуются низкими таксационными показателями и постепенно заглушаются коренными хвойными породами. Лиственница даурская, а также северные, горные и плакорные экотипы лиственницы сибирской выпадают из состава древостоев. Среди культур лиственниц сибирской и Сукачёва имеется ряд перспективных экотипов, выдерживающих конкуренцию с сосной и елью и заслуживающих внимания в целях дальнейшего изучения и внедрения в лесокультурное производство.

Наиболее продуктивные и устойчивые культуры лиственницы сибирской получены из семян Тарского района Омской области (ППП 3) и Ермаков-

ского района Красноярского края (ППП 34). Лиственница этого географического происхождения в процессе роста занимает господствующее положение в древостоях и, даже при недостаточном и несвоевременном уходе, выдерживает конкуренцию с сосной и елью. Высокопродуктивные древостои лиственницы Сукачёва, превосходящие в росте сосну и ель, получены из семенного материала, собранного в Сокольском районе Нижегородской области (ППП 39) и Новодугинском районе Смоленской области (ППП 31).

Лиственница европейская наиболее успешно выдерживает конкуренцию при произрастании с коренными хвойными породами. Все представленные экотипы в процессе роста опередили сосну с елью и заняли доминирующее положение в пологе, сформировав к 65 годам высокопродуктивные древостои. Лучший лесоводственный эффект имеют культуры из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15), Раменского городского округа Московской области (ППП 24) и Троицкого округа Москвы (ППП 37).

Лиственница японская (Кемпфера), как и европейская, в процессе роста опережала сосну и ель, но пострадала от климатических аномалий 2010-2013 годов, в результате чего уступила позиции коренным породам. В связи с низкой устойчивостью к засухе и вымоканию, выращивание лесных культур этого вида не рекомендуется.

Создание лиственнично-сосновых культур нецелесообразно, так как с самого начала совместного произрастания светолюбивые породы вступают в ожесточенную конкуренцию за почвенно-световые ресурсы, в процессе которой, одна из них постепенно уступает другой и угнетается.

Создание лиственнично-еловых культур возможно только в случае использования лучших экотипов лиственниц сибирской, Сукачёва и европейской. В этом случае, теневыносливая ель выполняет функции подгона, способствует интенсивному росту лиственницы в высоту, очищению стволов от сучьев в нижней части полога, может успешно формировать второй ярус.

УСТОЙЧИВОСТЬ ЛИСТВЕННИЦЫ В СМЕШЕНИИ С ЛИПОЙ И КЛЁНОМ

В 2020 году проведено обследование 68-летних культур лиственницы в смешении с липой и клёном. Основной целью обследования являлся учет крупномерных сухостойных деревьев и сравнение устойчивости чистых и смешанных культур. Как и в смешении с елью, с липой и клёном не высаживались культуры лиственницы Сукачёва из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31) и Горноуральского городского округа Свердловской области (ППП 38), взамен заложены культуры из Краснобаковского района Нижегородской области (ППП 41). Полевые работы проведены студентами О.В. Теслицкой, Е.В. Стефановым, С.В. Короткой и Т. Нгуен. Камеральная обработка полевых данных выполнена Н.В. Корешковым и Е.А. Царевой. По результатам обследования составлена краткая таксационная характеристика 68-летних древостоев, приведенная в таблице 40.

Работы не проводились на пробных площадях, где лиственница полностью выпала из состава древостоев. Как и в других типах смешения, в первые годы после закладки полностью выпали культуры лиственницы сибирской из Шебалинского района Республики Алтай (ППП 11), Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области (ППП 25) и лиственницы даурской из Вилюйского района Республики Саха (ППП 23). В процессе роста практически полностью выпали экотипы лиственницы сибирской из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9), Туруханского района Красноярского края (ППП 30) и все экотипы лиственницы даурской (ППП 6, 28 и 35). Общее количество обследованных экотипов составляет 30 шт.

Таблица 40 – Таксационная характеристика экотипов лиственницы в смешении с липой мелколистной и клёном остролистным

№ ПП	География происхождения семян	Состав	$D_{ср}$, см	G, м²/га	N, шт./га	Крупномерный сухостой	
						N, шт./га	G, м²/га
Лиственница сибирская							
2	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	59Л 40ЛП 1КЛО	28,3 20,2 7,1	24,2 16,4 0,4	386 513 110	44 - -	3,3 - -
3	Омская область, Тарский р-н	83Л 15ЛП 1КЛО	32,0 19,4 23,9	51,2 9,4 0,8	636 320 18	7 - -	0,8 - -
7	Московская область, Раменский гор. округ	73Л 17ЛП 10КЛО	29,3 19,2 24,6	38,2 8,7 5,3	568 299 111	17 - -	1,4 - -
8	Московская область, Раменский гор. округ	78Л 15ЛП 8КЛО	29,8 18,7 19,1	39,9 7,5 3,9	574 271 136	38 - -	3,1 - -
10	Иркутская область, Братский р-н	63Л 22ЛП 14КЛО	27,4 19,9 21,4	27,5 9,7 6,2	466 314 172	94 - -	7,1 - -
16	Красноярский край, Енисейский р-н	75Л 23ЛП 3КЛО	28,0 18,2 10,6	24,5 7,4 1,0	399 283 110	76 - -	5,4 - -
19	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	77Л 20ЛП 3КЛО	31,1 17,3 17,9	24,3 6,2 1,0	320 261 40	73 - -	7,5 - -
20	Республика Хакассия, Боградский р-н	75Л 22ЛП 3КЛО	29,6 17,8 13,8	30,5 8,9 1,4	442 360 92	53 - -	4,1 - -
27	Новосибирская область, Тогучинский р-н	76Л 21ЛП 3КЛО	30,6 17,9 10,0	32,5 8,9 1,2	441 355 153	37 - -	3,5 - -
33	Красноярский край, Ирбейский р-н	75Л 20ЛП 5КЛО	29,1 18,6 15,6	28,6 7,6 2,0	429 279 105	69 - -	4,8 - -
34	Красноярский край, Ермаковский р-н	80Л 17ЛП 3КЛО	31,3 16,8 15,2	35,2 7,5 1,2	458 339 64	61 - -	5,9 - -
36	Москва, Троицкий адм. округ	90Л 5ЛП 5КЛО	32,8 15,3 13,7	51,1 3,0 2,6	605 164 176	12 - -	1,2 - -
Лиственница Сукачёва							
1	Республика Коми, Удорский р-н	70Л 25ЛП 5КЛО	28,5 19,0 23,2	34,2 12,1 2,4	538 428 58	22 - -	1,8 - -
4	Архангельская область, Вельский р-н	77Л 19ЛП 4КЛО	30,2 20,8 19,2	41,3 10,2 2,2	576 298 76	38 - -	3,6 - -
12	Кировская область, Подосиновский р-н	76Л 19ЛП 6КЛО	31,4 18,8 19,0	44,9 11,1 3,3	580 398 115	6 - -	0,5 - -

№ ПП	География происхождения семян	Состав	$D_{ср}$, см	G, м²/га	N, шт./га	Крупномерный сухостой	
						N, шт./га	G, м²/га
13	Свердловская область, Нижнетуринский гор. округ	80Л 16ЛП 4КЛО	31,1 17,6 19,5	41,4 8,3 1,9	546 339 65	28 - -	2,7 - -
14	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	72Л 21ЛП 7КЛО	28,5 18,5 23,7	33,2 9,9 3,1	521 368 71	40 - -	3,0 - -
21	Пермский край, Чердынский гор. округ	82Л 13ЛП 5КЛО	29,7 19,4 19,1	34,2 5,4 2,2	495 182 76	36 - -	2,5 - -
26	Удмуртская Республика, Граховский р-н	86Л 10ЛП 4КЛО	28,1 15,0 18,2	39,8 4,6 1,8	642 259 70	109 - -	8,0 - -
29	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	89Л 7ЛП 4КЛО	30,6 14,7 15,2	48,5 3,9 2,1	659 231 115	30 - -	2,7 - -
32	Челябинская область, Миасский гор. округ	60Л 33ЛП 8КЛО	27,4 15,6 16,0	14,5 7,9 1,9	245 413 94	46 - -	3,4 - -
39	Нижегородская область, Сокольский р-н	83Л 10ЛП 7КЛО	30,3 15,2 18,1	33,9 4,0 2,8	472 223 110	6 - -	0,6 - -
40	Республика Карелия, Пудожский р-н	82Л 11ЛП 7КЛО	29,9 18,9 22,2	36,8 5,0 3,3	525 178 85	0 - -	0,0 - -
Лиственница европейская							
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	83Л 16ЛП 1КЛО	47,2 18,3 8,5	45,0 8,4 0,8	257 320 133	82 - -	12,2 - -
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	85Л 14ЛП 1КЛО	33,8 15,9 8,4	34,0 5,5 0,6	380 274 102	99 - -	11,5 - -
18	Московская область, Можайский гор. округ	95Л 4ЛП 1КЛО	34,4 14,8 11,4	48,6 2,2 0,3	521 129 26	23 - -	2,9 - -
24	Московская область, Раменский гор. округ	92Л 6ЛП 2КЛО	34,6 14,3 13,8	65,3 4,6 1,4	693 287 94	40 - -	4,9 - -
37	Москва, Троицкий адм. округ	93Л 4ЛП 2КЛО	33,4 14,9 16,7	59,0 2,8 1,5	673 162 69	6 - -	0,6 - -
Лиственница Чекановского							
5	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	67Л 28ЛП 5КЛО	30,8 21,3 21,1	30,4 12,4 2,5	407 350 71	30 - -	2,6 - -
Лиственница японская							
22	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	76Л 19ЛП 5КЛО	31,2 15,7 14,3	24,5 6,2 1,6	320 320 99	281 - -	29,5 - -

На всех пробных площадях лиственница в процессе роста опередила липу и клён, заняв господствующее положение в древостоях, что подтверждается приведенными таксационными показателями (таблица 40). Липа мелколистная занимает вторую позицию в составе древостоев, клён остролистный – третью, что свидетельствует о низкой устойчивости клёна при взаимном произрастании с лиственницей и липой. Доля участия клёна на всех постоянных пробных площадях – менее 1 единицы в составе древостоев. В большинстве случаев отмечено единичное участие этой породы. Степень развития липы находится в обратной зависимости от степени развития лиственницы. При интенсивном росте лиственницы, липа находится в угнетенном состоянии, имеет низкую сохранность и сумму площадей сечений. На пробных площадях, где лиственница имеет низкие темпы роста и большой отпад, отмечены большая сохранность и высокие значения суммы площадей сечений липы. В результате выпадения культур лиственницы даурской, горных и северных экотипов лиственницы сибирской на нескольких пробных площадях сформировались чистые липово-кленовые древостои.

В культурах лиственницы сибирской наибольшую сохранность и высокую абсолютную полноту имеют экотипы из Тарского района Омской области (ППП 3) и Троицкого административного округа Москвы (ППП 36), культуры в возрасте 68 лет имели 636 и 605 деревьев лиственницы на одном гектаре и сумму площадей поперечных сечений 51,2 и 51,1 м^2/га при достаточно близких значениях среднего диаметра – 32 и 32,8 см соответственно. Остальные экотипы имели меньшие показатели – густоту от 320 до 574 шт./га, абсолютную полноту – от 24,2 до 39,9 м^2/га.

В культурах лиственницы Сукачёва наибольшие количественные показатели имели экотипы из Кировской области (ППП 12 и 29) – число деревьев – 580 и 659 шт./га, абсолютную полноту – 44,9 и 48,5 м^2/га. Худшие показатели отмечены в культурах из Миасского городского круга Челябинской области (ППП 32) – густота лиственницы – 245 шт./га, полнота – 14,5 м^2/га. Остальные экотипы занимали промежуточное положение – густота от 472 до 642 шт./га,

полнота – от 33,2 до 41,4 м^2/га. Наиболее существенное преобладание лиственницы над липой и клёном отмечено в культурах из Кирово-Чепецкого района Кировской области (ППП 29) и Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26). Долевое участие лиственницы свыше 8 единиц в составе отмечено также в культурах из Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21), Сокольского района Нижегородской области (ППП 39) и Пудожского района Республики Карелии (ППП 40).

Среди экотипов лиственницы европейской наиболее высокую полноту и сохранность имели культуры из Московской области (ППП 18, 24 и 37). Доля участия лиственницы в составе превышает 9 единиц. Сумма площадей сечений в возрасте 68 лет составляла от 48,6 до 65,3 м^2/га, густота – от 521 до 693 шт./га, при этом максимальные значения показателей отмечены в культурах из Раменского городского округа (ППП 24). Культуры первого поколения из Ивано-Франковской области Украины (ППП 15 и 17) имели меньшие показатели, однако максимальное значение среднего диаметра отмечено в культурах из Галичского района (ППП 15) – 47,2 см.

Лиственница Чекановского из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5) характеризовались средними значениями показателей: густота – 407 шт./га, абсолютная полнота – 30,4 м^2/га. Доля участия лиственницы в составе – 7 единиц. Лиственница японская (Кемпфера) из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22) преобладает в составе смешанных культур, однако сильно пострадала от вымокания в 2013 году, вследствие чего в последующие годы произошло массовое усыхание деревьев и снижение количественных таксационных показателей. В возрасте 68 лет густота культур лиственницы составляла 320 шт./га, абсолютная полнота – 24,5 м^2/га, доля участия в составе древостоя – 8 единиц.

Об устойчивости экотипов лиственницы к климатическим аномалиям можно судить по количеству и сумме площадей сечений крупномерных сухостойных деревьев (I-III классов роста), отнесенных к патологическому отпаду (таблица 40). Наибольшей устойчивостью характеризуются культуры

лиственницы сибирской из Тарского района Омской области (ППП 3) и Троицкого административного округа Москвы (ППП 36), лиственницы Сукачёва – из Подосиновского района Кировской области (ППП 12), Сокольского района Нижегородской области (ППП 39) и Пудожского района Республики Карелии (ППП 40), лиственницы европейской – из Троицкого административного округа Москвы (ППП 37). Количество крупномерных сухостойных деревьев в вышеуказанных культурах не превышало 12 шт./га. Низкую устойчивость имеют культуры лиственницы японской (Кемпфера) – в пересчете на 1 га отмечено 281 крупномерное сухостойное дерево. Низкой устойчивостью отличаются также экотипы лиственницы сибирской из Братского района Иркутской области (ППП 10), Енисейского района Красноярского края (ППП 16), Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19), Боградского района Республики Хакассии (ППП 20), Ирбейского и Ермаковского районов Красноярского края (ППП 33 и 34), лиственницы Сукачёва из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26), лиственницы европейской – из Ивано-Франковской области Украины (ППП 15 и 17). В культурах вышеперечисленного географического происхождения отмечено от 53 до 109 крупномерных сухостойных деревьев на площади 1 га. Остальные экотипы проявили среднюю устойчивость.

Участки патологического отпада наиболее выражены в культурах лиственниц сибирской, европейской и японской (Кемпфера) (рисунок 114). В смешанных культурах липа и клён не оказывают существенного влияния на рост лиственницы. Данное обстоятельство позволяет провести сопоставление устойчивости лиственницы одного географического происхождения в чистых и смешанных с липой и клёном культурах. В большинстве случаев лиственница в чистых и смешанных с липой и клёном древостоях имеет аналогичную устойчивость (высокую, среднюю или низкую), однако наблюдается ряд исключений, к примеру, в чистых культурах лиственницы сибирской из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33) полностью отсутствуют крупномерные сухостойные деревья, в то время как в смешанных культурах при перечёте зафиксировано 69 крупномерных сухостойных деревьев на одном гектаре.

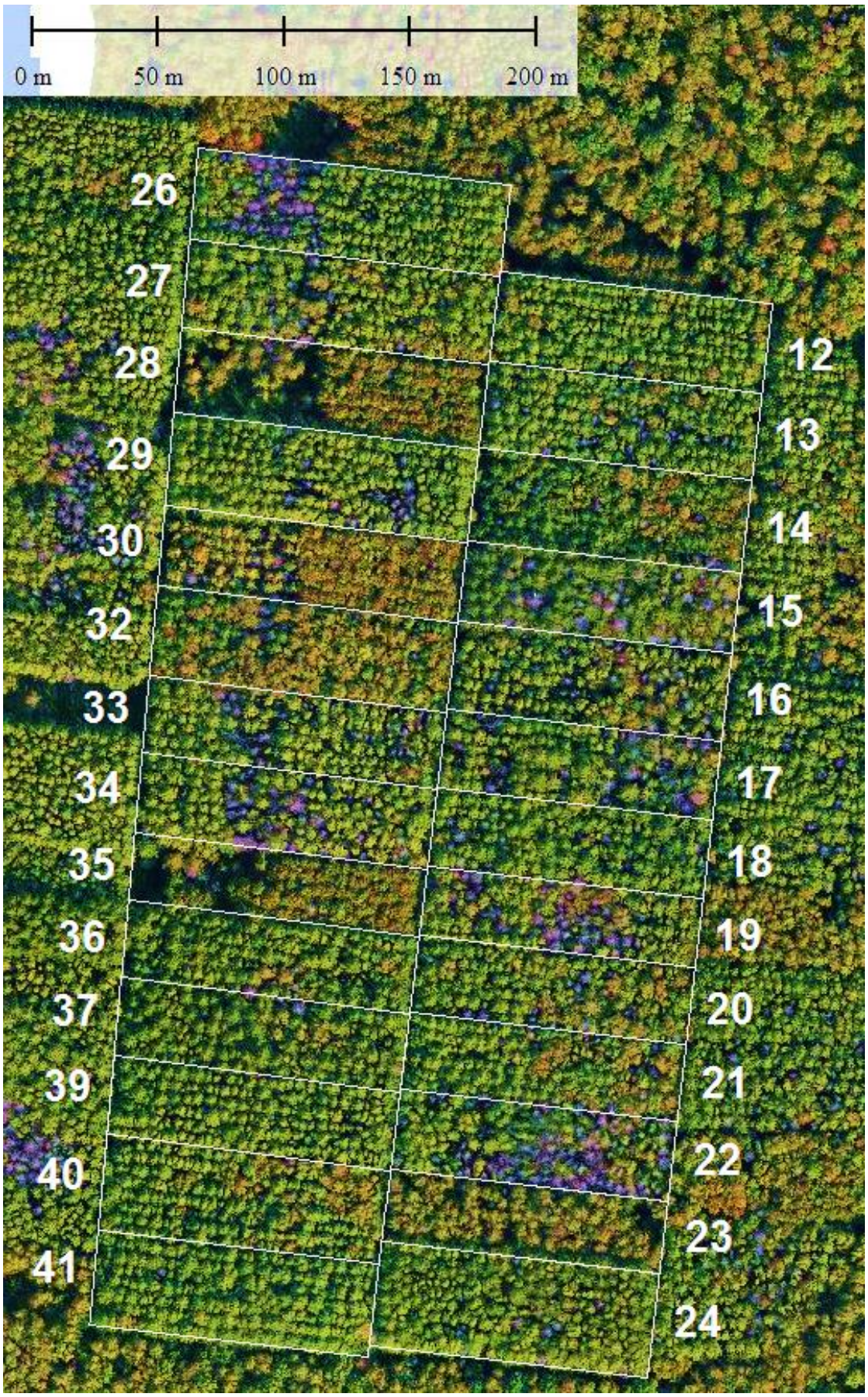


Рисунок 114 – Ортофотоплан географических культур лиственницы в смешении с липой мелколистной и клёном остролистным, Бронницкое участковое лесничество, квартал 74, выдел 14 (фрагмент)

Обратное явление отмечено в культурах из Троицкого административного округа Москвы (ППП 36): в чистых культурах на 1 га отмечено 91 крупномерное сухостойное дерево, в то время как в смешанных только 12 шт./га. Лиственница Сукачёва из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26) в чистых культурах имеет высокую устойчивость (14 крупномерных сухостойных деревьев на гектаре), в смешанных культурах сформировался крупный участок патологического отпада, в процессе таксации учтено 109 крупномерных сухостойных деревьев на 1 га. Вышеперечисленные факты свидетельствуют о том, что устойчивость лиственницы к вымоканию, главным образом, зависит от почвенно-гидрологических характеристик и микрорельефа местности, а не от географического происхождения семян. Тем не менее, нельзя полностью исключать географический фактор.

На основе результатов проведенного обследования присоединяемся к мнению Н.Н. Карасева, изучавшего, под научным руководством П.Г. Мельника, в 2004-2005 годах наиболее продуктивные экотипы каждого вида лиственницы в смешении с липой и клёном в Бронницком лесничестве, о том, что создание лиственнично-липовых и лиственнично-кленовых культур с большим участием лиственницы неперспективно, так как лиственница в процессе роста опережает липу и клён, вследствие чего последние находятся в угнетенном состоянии и постепенно выпадают из состава древостоя [57]. Предпочтительно введение лиственницы, как примеси, в липовые и кленовые лесные культуры. В свою очередь, лиственнично-липовые культуры имеют большую устойчивость к вредителям и болезням, в отличие от чистых [148]. Находящиеся во втором ярусе клён и липа в условиях ажурных крон деревьев первого яруса способствуют улучшению выполнения насаждениями средообразующих, защитных, санитарно-гигиенических, рекреационных и иных полезных функций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 66-летних культурах лиственницы сибирской наиболее перспективным является экотип из Тарского района Омской области на ППП 3 (М = 730,9 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 50 лет; $|N_ф-N_м|$ = 9,5 %; F = 0,478).

В культурах лиственницы Сукачёва высокие темпы роста и лучшие показатели в аналогичном возрасте имеют экотипы из Сокольского района Нижегородской (ранее Ивановской) области на ППП 39 (М = 900 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 52 года; $|N_ф-N_м|$ = 11,4 %; F = 0,467) и Новодугинского района Смоленской области на ППП 31 (М = 880,3 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 54 года; $|N_ф-N_м|$ = 1,1 %; F = 0,461). Расхождение фактического числа деревьев со значением показателя по модели в культурах из Нижегородской области (ППП 39) обусловлено усыханием тонкомерных деревьев, представляющих собой потенциальный отпад и не оказывающих существенного влияния на продуктивность древостоя.

В культурах лиственницы европейской интенсивный рост и лучшие показатели имеют экотипы второго поколения из Раменского городского округа Московской области на ППП 24 (М = 1282,2 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 61 год; $|N_ф-N_м|$ = 2,6 %; F = 0,460) и Троицкого административного округа Москвы (ранее Красно-Пахорского района Московской области) на ППП 37 (М = 907,5 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 45 лет; $|N_ф-N_м|$ = 2,6 %; F = 0,461). Высокой продуктивности достигли культуры первого поколения из Галичского района Ивано-Франковской области Украины на ППП 15 (М = 1104,4 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 44 года; $|N_ф-N_м|$ = 8,3 %; F = 0,455). Недостатками лиственницы европейской является небольшая масса древесины, низкая полнодревесность и большое количество искривленных стволов, а также ранний возраст количественной спелости (за исключением культур на ППП 24). Лучшее качество древесины имеют лиственницы сибирская и Сукачёва.

Лиственница японская (Кемпфера) имеет интенсивный рост и высокие показатели (М = 976 м^3/га; $А_{к.с.}$ = 57 лет; $|N_ф-N_м|$ = 23,5 %; F = 0,465), однако

существенным недостатком экотипа является низкая устойчивость к климатическим аномалиям, в связи с чем внедрение лиственницы Кемпфера в лесокультурное производство не рекомендуется.

Культуры лиственницы даурской имеют медленный рост, высокие темпы самоизреживания, низкую продуктивность и в фазе приспевания представлены рединами. Экотип лиственницы Чекановского имеет средние таксационные показатели и низкую устойчивость к климатическим аномалиям. В связи с вышесказанным, в условиях Московской и сопредельных областей эти виды лиственницы не являются перспективными.

При совместном произрастании с сосной и елью рекомендованные экотипы лиственниц сибирской, Сукачёва и европейской проявили устойчивость и к 65 годам заняли господствующее положение в древостоях. Даже при недостаточном и несвоевременном уходе лиственница перечисленного географического происхождения не будет заглушаться коренными породами и сформирует к возрасту спелости высокопродуктивные древостои.

Максимальный запас лиственницы в чистых культурах достигается при начальной густоте посадки 4000 шт./га. При густоте посадки 8000 шт./га в процессе роста культур необходим комплекс разреживаний, направленных на формирование к возрасту спелости сомкнутых высокопродуктивных древостоев с очищенными от сучьев полнодревесными крупномерными стволами.

Для лесных культур лиственницы в Московской и сопредельных областях подходят дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы на супесях, легких и средних моренных суглинках. Глубина залегания грунтовых вод должна составлять не менее 2 м, переувлажнение, оглеение и заболачивание почв исключено. Важным условием успешного роста культур лиственницы является также правильный выбор рельефа местности. Лучший рост культур лиственницы наблюдается на склонах.

В процессе выращивания плантационных культур лиственницы рекомендованного географического происхождения в эксплуатационных лесах

необходимо проведение системы рубок ухода. Общее количество разреживаний при начальной густоте 8 000 шт./га составляет 7-8 шт. В случае создания культур лиственницы европейской с густотой посадки 4 000 шт./га рекомендуется 7 разреживаний. Указанный объём мероприятий необходим при выращивании культур I_c-I_b классов бонитета в кисличных, травяных и сложных типах леса (C_2). Применение комплекса разреживаний позволит к возрасту главной рубки (85-90 годам) получить сомкнутые высокопродуктивные плантационные древостои лиственницы с запасом стволовой древесины 700-800 м^3/га.

В крайних рядах культур наблюдаются более благоприятные условия роста деревьев, чем в центральных, что обеспечивает наилучшее развитие и высокую сохранность деревьев. При увеличении площади роста число деревьев, средний диаметр и объём ствола возрастают. Этот факт необходимо учитывать при проектировании, создании и выращивании плантационных культур.

Если в производственных целях требуются высокие физико-механические свойства древесины (изготовление пиломатериалов, конструкций, мебели и пр.), необходимо использовать древесину лиственницы сибирской № 3 и Сукачёва № 39. Если высокие прочностные характеристики древесины не требуются (целлюлозно-бумажное производство и пр.), необходимо использовать древесину лиственницы европейской № 24, 37 и Сукачёва № 31.

Лесосеменные плантации лиственницы сибирской и Сукачёва необходимо создавать в регионах и районах произрастания материнских древостоев рассматриваемых экотипов: Омская, Смоленская и Нижегородская области (№ 3, 31 и 39). Семенной материал лиственницы европейской следует заготавливать в культурах первого поколения, выращенных в Московской области (№ 24 и 37).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов П.А. Опыт выращивания лиственницы в Коломенском лесхозе Московской области. – М.: МособлНИТОЛЕС, 1958. – 28 с.

2. Агроклиматический справочник по Московской области. – М.: Московский рабочий, 1967. – 135 с.

3. Александров А.И. Динамика роста географических культур в Щёлковском учебно-опытном лесхозе МЛТИ: Повышение продуктивности лесов и улучшение ведения лесного хозяйства // Рефераты докладов НТК. 1971. С. 101-104.

4. Андрианов П.Д. Анализ изменчивости роста потомства фитоценотических экотипов лиственницы в Башкирском Предуралье: Автореф. дис. … канд. с-х. наук: 06.03.01. – Йошкар-Ола, 1998. – 27 с.: ил.

5. Андрианов П.Д., Камалов Р.Г., Сабирзянов И.Г., Ситдиков Р.Г. Географические культуры лиственницы в Учебно-опытном лесхозе Башкирского государственного аграрного университета. – М.: МГУЛ, 2003. – 37 с.

6. Багаев С.С. К изучению климатипов лиственницы в условиях Южнотаежного района европейской части Российской Федерации // Лесохозяйственная информация. 2015. № 2. С. 35-45.

7. Бастаева Г.Т. Особенности роста лесных культур лиственницы сибирской на черноземных почвах // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. № 1(5). С. 95-96.

8. Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные в СССР. – Л.: Наука, 1978. – 189 с.

9. Ботолов Н.А. Выращивание лиственницы в связи с повышением продуктивности лесов Московской области: дис. … канд. с-х. наук. – М.: МЛТИ, 1967. – 140 с.

10. Ботолов Н.А. Из опыта выращивания лиственницы в лесах РСФСР // Вопросы повышения качественного состава лесов. 1973. Т. XI. С. 53-65.

11. Ванин С.И. Лесная фитопатология. – М - Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 416 с.

12. Ванин С.И. Лесная фитопатология. – М - Л.: Гослестехиздат, 1948. – 354 с.

13. Васильев Я.Я. Насаждения европейской лиственницы в Поречье Уваровского района Московской области // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. Сер. 4. 1950. Выпуск 1. С. 59-78.

14. Воронцов А.И. Лесная энтомология. – М.: Высшая школа, 1982. – 384 с.

15. Галдина Т.Е. Особенности произрастания лиственницы в географических культурах Центральной лесостепи // Успехи современного естествознания. 2018. № 11. С. 235-240.

16. Галдина Т.Е., Токорева М.О. Современное состояние географических культур лиственницы в Центральной лесостепи // Лесотехнический журнал. 2012. № 1. С. 95-99.

17. Гапонова Т.Н., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Полуторавековой опыт выращивания лиственницы европейской в Никольской лесной даче // в сборнике: Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. – Барнаул, 2020. – С. 182-183.

18. Герасимов Ю.Ю., Хлюстов В.К. Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ: применение в лесоуправлении и экологии: Учебник для лесных ВУЗов. – М.: Издательство МГУЛ, 2001. – 260 с.

19. Гладышевский М.К. Сибирская лиственница в Моховском опытном лесничестве. // На лесокультурном фронте. 1932. № 2. С. 35-37.

20. Глазунов Ю.Б., Мерзленко М.Д., Лобова С.Л. Результат 60-летнего опыта уникальных географических посадок Лиственницы. // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2017. № 8 (169). С. 44–48.

21. Глинчиков И.Н. Результаты 60-летнего опыта лесоразведения в Алексеевской даче Моховского лесхоза // Труды Воронежской опытной станции. 1940. т. III. 124 с.

22. Глуховский П.С. Распространение рака у лиственницы сибирской, и борьба с ним // Лесное хозяйство. 1957. № 12. С. 49-50.

23. Гниненко Ю.И. Шелкопряд-монашенка – вредитель лесов России. – М.: ВНИИЛМ, 2016. – 52 с.

24. Гречин И.П. Краткая классификация почв лесолуговой (дерново-подзолистой) зоны СССР // Доклады ТСХА. 1961. Выпуск 71. С. 139-149.

25. Гречкин В.П. Лесопатологическая характеристика лесов СССР по отдельным природно-географическим зонам: в 3-х томах. – Т.1. Лесопатологическая характеристика лесов лесной зоны. Монография. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2019. – 308 с.

26. Гречкин В.П. Лесопатологическая характеристика лесов СССР по отдельным природно-географическим зонам: в 3-х томах. – Т.2. Лесопатологическая характеристика лесов лесостепной, степной, полупустынной и пустынной зон. – Ч.1. Лесопатологическая характеристика лесов лесостепной зоны. Монография. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2020. – 156 с.

27. Гречкин В.П. Рак сибирской лиственницы и его возбудитель // Лесное хозяйство. 1949. № 3. С. 27-30.

28. Грешнер В. Линдуловская лиственничная корабельная роща // Лесной журнал. 1843. № 10. С. 91-113, № 11. С. 172-201.

29. Гроздов Б.В. Лиственница в Козельских Засеках: Внедрение лиственницы в лесные насаждения – М.: Гослесбумиздат, 1956. – С 145-149.

30. Гроздов Б.В. Лиственница Западной области // Труды Брянского Лесного института. 1936.

31. Гроздов Б.В. Типы культур лиственницы // Лесное хозяйство. 1938. № 9.

32. Гроздов Б.В., Жилкин Б.Д., Грачев Н.Д., Хухрянский П.П. Экотипы Западной области. – Смоленск: ЗОНИ, 1936.

33. Гурский В.В., Добровольский В.И. Географические культуры лиственницы – В книге Лесоведение и агролесомелиорация // Киев. 1967. Выпуск 9. С. 49-54.

34. Демаков Ю.П. Защита растений. Жизнеспособность и жизнестойкость древесных растений: Учебное пособие. Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2002. – 70 с.

35. Дементьев П.И. В чем нуждаются Подмосковные леса? // Лесное хозяйство. 1958. №8. С. 25-28.

36. Дементьев П.И. Выращивание лиственницы в Бронницком лесничестве Виноградовского лесхоза: Опыт культур лиственницы в Московской области – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. – С. 31-35.

37. Дементьев П.И. Географические посадки лиственницы в Бронницком лесничестве // Лесное хозяйство. 1957. № 2. С. 53-60.

38. Дементьев П.И. Записки лесничего (опыт работы по повышению продуктивности лесов Бронницкого лесничества Виноградовского лесхоза Московской обл.). – М.: Лесная промышленность, 1969. – 102 с.

39. Дементьев П.И. Некоторые особенности культивирования лиственницы сибирской // Лесное хозяйство. 1951. № 2. С. 24-26.

40. Дементьев П.И. Опыт выращивания лиственницы в Бронницком лесничестве: Внедрение лиственницы в лесные насаждения. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1956. – С. 136-144.

41. Дементьев П.И. Опыт работы Бронницкого лесничества. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. – 48 с.

42. Демичева Н.В., Гущина В.А., Остробородова Н.И. Состояние географических лесных культур в условиях Пензенской области // Нива Поволжья. 2014. № 4 (33). С. 20-24.

43. Дерюжкин Г.И. Результаты изучения географических культур лиственницы в Воронежской области: Вопросы повышения интенсивности лесного хозяйства. Т. 32. – Воронеж: ВЛТИ. 1969. Выпуск 3. С. 38-52.

44. Дерюжкин Р.И. Географическая и экологическая изменчивость лиственницы и сосны и ее значение для лесного семеноводства. – Воронеж // Сборник работ аспирантов Воронежского лесохозяйственного института, 1955. С 9-12.

45. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

46. Дылис Н.В. Лиственница Восточной Сибири и Дальнего Востока: Изменчивость и природное разнообразие. – М.: Академия наук СССР, 1961. – 210 с.

47. Дылис Н.В. Новые данные по систематике и истории сибирской лиственницы // Доклады АН СССР. Т. I. 1945. С. 489-492.

48. Дылис Н.В. О генетико-селекционном и ботанико-географическом значении контакта ареалов лиственниц сибирской и даурской. // Сообщения Института Леса АН СССР. 1959. Выпуск 11. С. 3-13.

49. Дылис Н.В. Сибирская лиственница. Материалы к систематике, географии и истории. Новая серия, Отд. бот. Выпуск 2 (10) - М.: МОИП, 1947. – 138 с.

50. Егорова Л.Д. Научное обоснование технологии защиты древесных растений от зимней пяденицы в Нижнем Поволжье: дис. … канд. с-х. наук: 06.01.07. – С.: Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова, 2014. – 164 с.

51. Елфимова Е.Н. Рост культур в даче Поречье Уваровского лесхоза // Лесное хозяйство. 1938. № 6. С. 55-61.

52. Загреев В.В. Баранов А.Ф. Сортиментные и товарные таблицы для лесов центральных и южных районов европейской части РСФСР. – М.: ВНИИЛМ, 1987. – 128 с.

53. Иванов Л.А. Свет и влага в жизни наших древесных пород. – М.: Издательство АН СССР, 1946. – 60 с.

54. Игнатова Е.А., Игнатов М.С. Флора мхов средней части европейской России. Том 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae. – М.: КМК, 2004. – 944 с.

55. Игнатова Е.А., Игнатов М.С., Федосов В.Э., Константинова Н.А. Краткий определитель мохообразных Подмосковья. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 320 с.

56. Ирошников А.И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 182 с.

57. Карасев Н.Н. Повышение продуктивности лесов Подмосковья путём интродукции лиственницы: дис. … канд. с-х. наук: 06.03.01 – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 154 с.

58. Кеппен Ф.П. Географическое распространение хвойных деревьев в Европейской России и на Кавказе: Исследования Федора Кеппена. – СПб.: XX., 1885. – 634 с.

59. Клычников А.М., Мельник П.Г., Байков А.А. Продуктивность лиственницы в лесничестве «Загон» // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Международной конференции молодых учёных, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013. – С. 168-170.

60. Кожанчиков И.В. Изменчивость и плодовитость зимней пяденицы Operophthera brumata L. и условия среды // Изв. АН СССР. Серия: биология. 1947. № 4. С. 513-536.

61. Кожанчиков И.В. Цикл развития и географическое распространение зимней пяденицы (Operophthera brumata L.) // Энтомол. обозрение. 1950. Т. 31. № 1/2. С. 178-197.

62. Коженкова А.А., Мерзленко М.Д. Дальневосточные лиственницы как ценный генофонд для интродукции в центре Русской равнины // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: XVII Международная научно-техническая конференция. – Брянск, 2017. – С. 93-96.

63. Кондратьев П.С. Типы лесов Порецкого лесничества Московской обл., 1929 (рукопись).

64. Коновалов Н.А., Сурин М.М. Лиственница в лесных культурах // Информационный листок Урала. 1980. № 600.

65. Кузьмичев В.В. Изреживание и рост лесных культур: Монография. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 236 с.

66. Кулаков Г.М. Лесное опытное дело // Лесохозяйственная информация. 2002. №12. С. 39-58.

67. Лебедев В.П., Виноградова Ю.В. Биологические особенности трентеполии в умеренных широтах // Молодой ученый. 2015. № 21 (101). С. 239-242.

68. Маликов А.Н., Мельник П.Г., Крылов М.Н. Продуктивность экотипов лиственницы в смешанных с сосной насаждениях // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Международной конференции молодых учёных, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013. – С. 180-181.

69. Марковец А.Ф. Данные по биологии зимней пяденицы // Уч. записки / Белорусский университет. 1948. Выпуск 7. С. 175-181.

70. Мельник П.Г. Константинов С.Г., Голубев Ю.А. Продуктивность экотипов лиственницы Сукачёва в юго-восточном Подмосковье // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. Т. 4. № 6 (26) С. 57-60.

71. Мельник П.Г., Гулякин Д.А., Миронов Р.Ю. Продуктивность экотипов лиственницы сибирской в условиях юго-восточного Подмосковья // в сборнике: Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. – Барнаул, 2020. – С. 269-270.

72. Мельник П.Г., Захариков И.А., Гнатовская Т.А. Динамика роста и продуктивность лиственницы Кемпфера в условиях Подмосковья // в сборнике: Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. – Барнаул, 2021. – С. 281-282.

73. Мельник П.Г., Карасев Н.Н. Географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2012. № 1 (84). С. 60-74.

74. Мельник П.Г., Карасев Н.Н. Результаты интродукции лиственницы в северо-восточное Подмосковье // Лесной вестник. 2005. № 2. С. 36-40.

75. Мельник П.Г., Карасев Н.Н., Лещёв Г.А. Популяционно-географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Международной конференции молодых учёных, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013. – С. 189-191.

76. Мельник П.Г., Мерзленко М.Д., Лобова С.Л. Результат выращивания климатипов лиственницы в географических культурах северо-восточного Подмосковья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (136). С. 62-67.

77. Мерзленко М.Д. Основные итоги лесокультурного наследия лесовода К.Ф. Тюрмера // Известия высших учебных заведений. «Лесной журнал». 2020. № 5 (377). С. 201-210.

78. Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Теория и практика искусственного лесовосстановления. – Архангельск: САФУ, 2011. – 239 с.

79. Мерзленко М.Д., Бабич Н.А., Гаврилова О.И. Введение в экологию хвойных лесных культур – Архангельск: САФУ, 2018. – 379 с.

80. Мерзленко М.Д., Коженкова А.А., Брынцев В.А. Лесокультурно-лесоводственные особенности уникального типа лесных культур лиственницы европейской // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 12 (146). С. 50-54.

81. Мерзленко М.Д., Коженкова А.А., Мельник П.Г. Рост хвойных интродуцентов в западном Подмосковье // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (151). С. 86-90.

82. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Коженкова А.А. Результаты выращивания климатипов лиственницы в географических культурах западного Подмосковья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (159). С-72-77.

83. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Лесоводственная экскурсия в леса Клинско-Дмитровской гряды. – М.: МГУЛ, 2002. – 93 с.

84. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Лесоводственная экскурсия в Никольскую лесную дачу. – М.: МГУЛ, 2000. – 43 с.

85. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 112 с.

86. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Глазунов Ю.Б., Коженкова А.А., Перевалова Е.А. Результаты изучения географических посадок сосны и лиственницы в Серебряноборском опытном лесничестве // Лесной вестник. Forestry bulletin. 2020. Т. 24. № 6. С. 34-43.

87. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Глазунов Ю.Б., Кузнецова С.Л. Лесоводственный опыт выращивания культур лиственницы в центре Русской равнины // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал. 2019. № 4. С. 55-66.

88. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесной вестник. Forestry bulletin. 2020. Т. 24. № 2. С. 11-16.

89. Мерзленко М.Д., Перевалова Е.А., Падерин И.Ф. Продуктивность лиственницы европейской в северо-восточном Подмосковье // Актуальные направления научных исследований XXI века: Материалы международной заочной научно-практической конференции. – Воронеж, 2016. № 6 (26). – С. 61-64.

90. Моисеев Р.Г. Рост лиственницы европейской в культурах Ново-Дугинского Смоленской области // Сборник аспирантских работ Брянского лесохозяйственного института. 1957. № 1. С 5-27.

91. Моравская А.С. Биология и некоторые закономерности изменения численности зимней пяденицы в Теллермановском лесу // Труды Института леса АН СССР. 1960. Т. 48. С. 59-101.

92. Морохин Д.И., Ельчанинов М.Г., Никифоров К.И. Сравнительное исследование хода роста культур сосны и лиственницы сибирской и физико-механические свойства этих пород в условиях чувашских нагорных дубрав // Чувашиздат. 1924. Выпуск IV.

93. Надеждин В.В. Влияние географического происхождения семян лиственницы на ее рост в Московской области: дис. … канд. с-х. наук: 06.03.01. – М.: МСХА, 1967. – 240 с.

94. Надеждин В.В. Влияние географического происхождения семян лиственницы на её рост. – М.: Наука, 1971. – 131 с.

95. Надеждин В.В. Лиственница амурская в культурах Подмосковья // Лесоведение. 1983. № 2. С. 42-49.

96. Наумов В.Д., Гречин П.И., Наумова Л.М. Морфогенетическая оценка почвы Лесной опытной дачи МСХА им. К.А. Тимирязева // Известия ТСХА. 2001. Выпуск 2. С. 105-123.

97. Наумов В.Д., Поляков А.Н. 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. – 511 с.

98. Наумов В.Д., Поляков А.Н., Корешков Н.В. Лесная опытная дача РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: монография. – М: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. – 328 с.

99. Наумов В.Д., Поляков А.Н., Лобанов А.Г., Юркина И.А. Влияние климатических условий на таксационно-лесоводственные показатели лиственных и хвойных древостоев ЛОД МСХА // Доклады ТСХА. 2002. Выпуск 274. С. 184-186.

100. Нестеров Н.С. Лесная опытная дача в Петровско-Разумовском под Москвой. – М.: Сельхозиздат, 1935. – 559 с.

101. Никитин К.Е. Лиственница на Украине. – Киев: Урожай, 1966. – 331 с.

102. Николаева М.А., Крестьянов А.А., Каматов Д.Е., Ямалеев О.А. Использование географической изменчивости в селекции хвойных пород в Республике Башкортостан // Хвойные бореальной зоны. 2015. Т. XXXIII. № 1-2. – С. 30-37.

103. Николаева М.А., Орлова Л.В., Крестьянов А.А., Каматов Д.Н. Географическая изменчивость лиственницы в опытных лесных культурах Республики Башкортостан // Сибирский лесной журнал. 2019. № 1. – С. 30-43.

104. Огиевский В.В., Медведева А.А. Динамика сезонного роста лиственницы сибирской – в книге: Лиственница. Т.3. Красноярск, 1968. – С. 105-109.

105. Орлов Н.О., Мельник П.Г., Нартов И.Д. Продуктивность омского экотипа лиственницы сибирской в чистых и смешанных с елью европейской насаждениях: в сборнике: Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. –Барнаул, 2021. – С. 284-286.

106. Павес Х.К. Лиственница в Эстонии // Лесное хозяйство. 1964. № 2. С. 26-28.

107. Павловский Н.А., Мельник П.Г., Постников А.А. Продуктивность экотипов лиственницы в смешанных с елью насаждениях // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Международной конференции молодых учёных, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013. – С. 193-195.

108. Пантелеев В.В., Мельник П.Г. Особенности роста европейских и дальневосточных видов лиственницы в смешанных с елью насаждениях // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты: сборник статей студентов, магистрантов, аспирантов, молодых учёных и преподавателей / Под общей редакцией Т.М. Сигитова: ИП Сигитов Т.М., 2016. Выпуск 4. С. 179-180.

109. Писаренко А.И., Кулаков Г.М. Современное геоморфологическое лесоведение // Лесное хозяйство. 1995. № 6. С. 4-9.

110. Писаренко А.И., Мерзленко М.Д. Создание искусственных лесов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 270 с.

111. Писаренко А.И., Редько Г.И., Мерзленко М.Д. Искусственные леса. Ч. 1. – М.: Лесная промышленность, 1992 – 308 с.

112. Поляков А.Н. Культуры К.Ф. Тюрмера в Уваровском леспромхозе. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1974. – 32 с.

113. Поляков А.Н. Научно-исследовательская деятельность В.П. Тимофеева на Лесной опытной даче МСХА // Лесохозяйственная информация. 2002. № 8. С. 17-22.

114. Поляков А.Н., Игнатов Л.Ф., Успенский В.В. Продуктивность лесных культур. – М.: Агропромиздат, 1986. – 240 с.

115. Поляков А.Н., Слюсарев В.И. Исследования хода роста культур лиственницы на Лесной опытной даче ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2008. Выпуск 1 С. 134-141.

116. Почвенная съемка. – М.: Издательство АН СССР, 1959.

117. Правила санитарной безопасности в лесах, утверждены Правительством Российской Федерации от 20 мая 2017 г. № 607, 2017. – 11 с.

118. Правила ухода за лесами, утверждены Приказом Минприроды РФ от 22 ноября 2017 г. № 626. 2017 – 52 с.

119. Примеры отечественного опыта устойчивого лесоуправления и лесопользования: сборник статей / под общей редакцией Н. Шматкова; Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М.: WWF России, 2013. – 240 с.

120. Редько Г.И., Мялкёнен Э. Линдуловская лиственничная роща; Научно-исследовательский институт леса Финляндии. – Хельсинки, 2003. – 90 с.

121. Редько Г.И., Трещевский И.В. Рукотворные леса. – М. Агропромиздат, 1986. – 240 с.

122. Результаты инвентаризации географических культур ели европейской, лиственницы Сукачева и сибирской в ОГКУ «Костромское лесничество» Костромской области: отчет филиала «Центр защиты леса Владимирской области» / Ответстенный исполнитель В.В. Ковалев. – Владимир, 2012. – 15 с.

123. Рогозин М.В., Разин Г.С. Лесные культуры Теплоуховых в имении Строгановых на Урале: история, законы развития, селекция ели. – Пермь, 2012. – 210 с.

124. Рублев С.И., Алексеев И.А. Комплекс дереворазрушающих грибов лиственницы Сукачёва на пороге ареала // Известия высших учебных заведений. «Лесной журнал». 2004. № 6. С. 13-20.

125. Рубцов М.В., Глазунов Ю.Б., Николаев Д.К. Лиственница европейская в центре Русской равнины // Лесное хозяйство. 2011. № 5. С. 26-29.

126. Рубцов М.В., Мерзленко М.Д. Лесные культуры К.Ф. Тюрмера. – М.: ЦБНТИ-лесхоз, 1975. – 42 с.

127. Рубцов М.В., Мерзленко М.Д., Глазунов Ю.Б., Николаев Д.К. Лесоводственная экскурсия в тюрмеровские леса Поречья. – М., 1998. – 35 с.

128. Рубцов М.В., Николаев Д.К., Глазунов Ю.Б. Уникальный лесокультурный опыт Поречья // Библиотека работник лесного хозяйства. Обзорная информация. 1997. № 9. С. 1-40.

129. Рудзкий А.Ф. Исследования прироста в Порецкой даче // Лесной журнал. 1878. Выпуск X. С. 543-572.

130. Рудзкий А.Ф. Несколько материалов к статике лесных посевов, посадок и прореживаний (описание исследований в Порецкой даче графа Уварова) // Лесной журнал. 1872. Выпуск IV. С. 36-48.

131. Самофал С.А. К изучению климатических рас сибирской лиственницы //Труды по лесному опытному делу ЦЛОС. 1929. Выпуск 1. С 38-45.

132. Селищенская А.А. Меры борьбы с зимней пяденицей (Operophthera brumata L.) // Труды Лесотехнической академии им. Кирова (Ленинград). 1948. № 63. С. 147-151.

133. Смирнов В.В. Сезонный рост главнейших древесных пород. – М.: Наука, 1964. – 168 с.

134. Собичевский В.Т. О лиственнице // Лесной журнал. 1883.

135. Соколова Э.С., Голынский А.А., Гордиенко П.В. Преждевременное пожелтение и опадение хвои лиственницы // Защита и карантин растений. 2011. С 47-48.

136. Стаханов Н. Выращивание лиственницы в Виноградовском межлесхозе Московской области // Внедрение лиственницы в лесные культуры. М.: Лесная промышленность. 1968. С. 76-88.

137. Степанов А.Т. Итоги интродукции хвойных пород в лесные насаждения лесостепи Поволжья: Автореф. дис. канд. с-х. наук. – Воронеж, 1978. – 20 с.

138. Сукачёв В.Н. К истории развития лиственницы // Лесное дело. – М.-Л.: Новая деревня, 1924. – С. 12-44.

139. Тимофеев В.В. Корабельные леса лиственницы Сукачёва – основа современных семенных хозяйств Ивановской области // Лесной журнал. 1984. № 3. С. 126-129.

140. Тимофеев В.П. Важнейшие итоги работы Лесной опытной дачи Академии за 100 лет // Известия ТСХА. 1963. № 6. С. 169-190.

141. Тимофеев В.П. Влияние географического происхождения семян лиственницы на ее рост в смешении с сосной // Лесоведение. 1973. № 2. С. 39-50.

142. Тимофеев В.П. Влияние географического происхождения семян на рост лиственницы // Лесоведение. 1969. № 3. С. 17-29.

143. Тимофеев В.П. Влияние густоты посадки на рост лиственницы // Лес и степь. 1953. № 3.

144. Тимофеев В.П. Внедрение лиственницы в лесные насаждения. – М.: Гослесбумиздат, 1956 – 143 с.

145. Тимофеев В.П. Выращивание лиственницы. – М- Л.: Гослесбумиздат, 1948. – 48 с.

146. Тимофеев В.П. Выращивание лиственницы. Внедрение лиственницы в лесные культуры. – М.: Лесная промышленность, 1968. – С. 18-76.

147. Тимофеев В.П. Итоги экспериментальных работ в Лесной опытной даче ТСХА за 1862-1962 гг. – М.: Издательство ТСХА, 1964. – 518 с.

148. Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 216 с.

149. Тимофеев В.П. Лиственница в культуре – Л.: Гослестехиздат, 1947. – 297 с.

150. Тимофеев В.П. Лиственница в Лесной опытной даче Сельскохозяйственной академии им. Тимирязева // Лесное хозяйство. 1938. № 4 (10).

151. Тимофеев В.П. Лиственница в повышении продуктивности и улучшении качественного состава лесов европейской части СССР // Научные труды-ЛитНИЛХ. 1973. С. 27-52.

152. Тимофеев В.П. Лиственница как лесообразователь // Лесное хозяйство. 1933. № 6 (12).

153. Тимофеев В.П. Опыт выращивания лиственницы европейской в Московской и соседних областях // Лесное хозяйство. 1971. № 12. С. 21-27.

154. Тимофеев В.П. Опыт культуры лиственницы в зоне смешанных лесов и лесостепи европейской части СССР // Доклады ТСХА. 1954. Выпуск XX.

155. Тимофеев В.П. Основы лесовыращивания лиственницы: Опыт выращивания лесных культур лиственницы в РСФСР. – М.: Лесная промышленность, 1976. – С. 6-60.

156. Тимофеев В.П. Особенности выращивания лиственницы для повышения продуктивности лесов // ЛитНИИЛХ. 1965. Т. IX.

157. Тимофеев В.П. Природа и насаждения Лесной опытной дачи ТСХА за 100 лет. – М.: Лесная промышленность, 1965. – 365 с.

158. Тимофеев В.П. Продолжительность и энергия роста древесных пород в течение вегетационного периода // Лесное хозяйство. 1964. № 12. С. 24-28.

159. Тимофеев В.П. Продуктивность хвойных пород в Лесной опытной даче ТСХА // Лесное хозяйство. 1940. № 12.

160. Тимофеев В.П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов. – М.: Лесная промышленность, 1961. – 160 с.

161. Тимофеев В.П. Рубки ухода в лесах Московской области // Развитие русского лесоводства. 1948. Выпуск 1. С.180-224.

162. Тимофеев В.П. Структура наиболее продуктивных насаждений лиственницы // Известия ТСХА. 1959. № 6 (3 11) С. 129-142.

163. Тимофеев В.П. Физико-механические свойства древесины основных лесообразователей в зоне смешанных лесов // Лесная промышленность. 1943. № 9.

164. Ткаченко М.Е. Влияние отдельных древесных пород на почву // Почвоведение. 1939. № 10. С.3-16.

165. Товстолес Д.И. Лиственничные насаждения Линдуловской рощи // Известия Лесного института. 1907. Выпуск 15. С 3-160.

166. Тольский А.П. Анализ климатических условий произрастания сибирской лиственницы // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1938. Выпуск XXV. С. 138-175.

167. Тольский А.П. Районирование культур сибирской лиственницы в европейской части СССР // Лесная индустрия. 1937. № 8. С. 49-52.

168. Турский М.К. Лесная дача Петровской земледельческой и лесной академии. – М., 1893. – 329 с.

169. Тюрмер К.Ф. Пятьдесят лет лесохозяйственной практики. – М.: Типография Э. Лисспера и Ю. Романова, 1891. – 186 с.

170. Тябера А.П. Площадь роста и ее определение аналитическим способом. – ИВНЗ // Лесной Журнал. 1978. № 2. С. 12-16.

171. Ушаков П.И. 85-летний опыт лесных культур в Щёлковском учебно-опытном лесхозе МЛТИ // Научно-техническая информация МЛТИ. 1956. № 12. С. 3-62.

172. Федоров Н.И. Лесная фитопатология: учебник. Минск: БГТУ, 2004. – 462 с.

173. Хайретдинов А.Ф. Повышение продуктивности рекреационных лесов Южного Урала. – Уфа: Башкнигиздат, 1990. – 280 с.

174. Хлюстов В.К. Древесный прирост и лесопользование. – СПб., 1992. – 495 с. (Депонир. Во ВНИПИЭИ леспром 06.05.92, № 2842-лб 92).

175. Хлюстов В.К., Корешков Н.В. Рост и продуктивность географических культур лиственницы европейской (Larix decidua Miil) в Московской области // Природообустройство. 2019. № 1. С. 97-101.

176. Хлюстов В.К., Корешков Н.В. Рост и продуктивность географических культур лиственницы Сукачёва в Московской области // Аграрный научный журнал. 2017. № 7. С. 52-58.

177. Хлюстов В.К., Корешков Н.В. Систематизация роста и продуктивности географических культур лиственницы сибирской (Larix sibirica) // Природообустройство. 2017. № 3. С. 111-120.

178. Чурюмов Д.Е., Захариков И.А., Мельник П.Г. Динамика роста и продуктивность быстрорастущих экотипов лиственницы в условиях Москворецко-Окской равнины // в сборнике: Лесная наука, молодежь, будущее – 2021: Материалы II Международной школы-конференции молодых ученых. 2021. С. 207-209.

179. Чурюмов Д.Е., Голубенков И.В. Динамика роста и продуктивность ивано-франковского экотипа лиственницы европейской в условиях Москворецко-Окской равнины // в книге: 72-я Научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов. Тезисы докладов: в 4-х частях, 2021. С. 70-71.

180. Шафранов Н.С. Заметки о лиственнице // Лесной журнал. 1878.

181. Швиденко А.З., Щепащенко Д.Г., Нильссон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы). Издание второе, дополненное: Международный институт прикладного системного анализа – М., 2008. – 886 с.

182. Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С., Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М. Методы дендрохронологии. Часть 1. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методическое пособие. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – С. 20-23.

183. Штурм В.Н. Продукция роста хвойных на черноземе и их естественное возобновление // Труды по лесному опытному делу. 1925. Выпуск II (XVI). С. 76-91.

184. Эйзенрейх Х. Быстрорастущие древесные породы. М.: Иностранная литература, 1959. – 509 с.

185. Юрре Н.А., Смекаев П.А. Повышение продуктивности лесов. – М.: Гослесбумиздат, 1957. – 38 с.

186. Яблоков А.С. Культуры лиственницы и уход за насаждениями. – М.: Гослесбумиздат, 1934. – 128 с.

187. Ярмолович В.А., Баранов О.Ю., Пантелеев С.В., Дишук Н.Г., Середич М.О., Азовская Н.О. Кладоспориоз и альтернариоз в лесных питомниках Белориссии // Труды БГТУ. 2015. № 1. С. 203-206.

188. Szeligowski, H. The assessment of Polish provenances of European larch at an experimental plot in Rogow (Central Poland) // Folia forest. pol. 2001. Ser. A. № 43. P. 53-68.

189. El-Morsy E.M. Fungi isolated from the endorhizosphere of halophytic plants from the Red Sea Coast of Egypt // Fungal diversity. 2000. № 5. P.43-54.

190. Kulej M. Adaptation of larch (Larix decidua) of Polish provenances under mountainous conditions of Beskid Sądecki (southern Poland) // Journal of Forest Science. 2004. Vol. 50 (12). P. 559-565.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А.

Таблица А.1 – Информация о местах сбора семя для географических культур Бронницкого лесничества

№ ПП	Название вида	Географический район сбора семян	Геогр. координаты		Высота над уровнем моря, м
			Северной широты	Восточной долготы	
1	Л. Сукачёва	Республика Коми, Удорский р-н	63° 27′	48° 54′	150
2	Л. сибирская	Республика Бурятия, Кяхтинский р-н	50° 21′	106° 27′	1000
3	Л. сибирская	Омская область, Тарский р-н	56° 45′	74° 31′	173
4	Л. Сукачёва	Архангельская область, Вельский р-н	61° 04′	42° 06′	150
5	Л. Чекановского	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н	52° 12′	107° 37′	1600
6	Л. даурская	Забайкальский край, Александрово-Заводский р-н	50° 53′	118° 00′	1200
7	Л. сибирская	Московская область, Раменский гор. округ	55° 34′	38° 14′	187
8	Л. сибирская	Московская область, Раменский гор. округ	55° 34′	38° 14′	187
9	Л. сибирская	Республика Тыва, Кызылский р-н	51° 48′	94° 01′	800
10	Л. сибирская	Иркутская область, Братский р-н	56° 00′	102° 00′	325
11	Л. сиб. (алтайская)	Республика Алтай, Шебалинский р-н	51° 18′ 11″	85° 40′ 30″	1600
12	Л. Сукачёва	Кировская область, Подосиновский р-н	60° 16′ 06″	47° 04′ 31″	150
13	Л. Сукачёва	Свердловская область, Нижнетуринский гор. округ	58° 47′ 43″	59° 42′ 51″	150
14	Л. Сукачёва	Республика Башкортостан, Учалинский р-н	54° 22′	59° 27′	550
15	Л. европейская	Украина, Ивано-Франковская область, Галичский р-н	49° 03′	24° 44′	250
16	Л. сибирская	Красноярский край, Енисейский р-н	60° 00′	89° 00′	76
17	Л. европейская	Украина, Ивано-Франковская область, Долинский р-н	48° 47′	23° 46′	400
18	Л. европейская	Московская область, Можайский гор. округ	55° 42′ 51″	35° 32′ 48″	184
19	Л. сибирская	Тюменская область, Ханты-Мансийский р-н	61° 00′ 03″	69° 00′ 22″	100
20	Л. сибирская	Республика Хакассия, Боградский р-н	54° 09′ 58″	90° 12′ 57″	400
21	Л. Сукачёва	Пермский край, Чердынский гор. округ	60° 49′	56° 24′	206
22	Л. японская	Сахалинская область, Томаринский гор. округ	47° 48′	142° 06′	800
23	Л. даурская	Республика Саха (Якутия), Вилюйский р-н	63° 59′	121° 52′	250
24	Л. европейская	Московская область, Раменский гор. округ	55° 34′	38° 14′	187
25	Л. сибирская	Казахстан, Восточно-Казахстанская область, Катон-Карагайский р-н	49° 12′ 40″	84° 30′ 49″	1400
26	Л. Сукачёва	Удмуртская Республика, Граховский р-н	56° 02′ 41″	51° 57′ 19″	150
27	Л. сибирская	Новосибирская область, Тогучинский р-н	55° 18′	84° 36′	200
28	Л. даурская	Республика Саха (Якутия), Ленский р-н	60° 43′	114° 55′	500
29	Л. Сукачёва	Кировская область, Кирово-Чепецкий р-н	58° 33′	50° 02′	250
30	Л. сибирская	Красноярский край, Туруханский р-н	64° 00′	88° 00′	50
31	Л. Сукачёва	Смоленская область, Новодугинский р-н	55° 37′ 50″	34° 17′ 53″	300
32	Л. Сукачёва	Челябинская область, Миасский гор. округ	55° 02′ 44″	60° 06′ 28″	490
33	Л. сибирская	Красноярский край, Ирбейский р-н	55° 38′ 49″	95° 26′ 46″	180
34	Л. сибирская	Красноярский край, Ермаковский р-н	53° 11′	92° 23′	300
35	Л. даурская	Республика Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	54° 40′	114° 30′	2000
36	Л. сибирская	Москва, Троицкий адм. округ	55° 25′	37° 16′	187
37	Л. европейская	Москва, Троицкий адм. округ	55° 25′	37° 16′	187
38	Л. Сукачёва	Свердловская область, Горноуральский гор. округ	57° 39′	59° 29′	761
39	Л. Сукачёва	Нижегородская область, Сокольский р-н	57° 26′ 39″	43° 36′ 31″	129
40	Л. Сукачёва	Республика Карелия, Пудожский р-н	61° 48′	36° 32′	150
41	Л. Сукачёва	Нижегородская область, Краснобаковский р-н	57° 07′ 47″	45° 09′ 22″	105
42	Л. ольгинская	Приморский край, Тернейский муниц. округ	46° 10′	137° 20′	2
43	Л. амурская	Хабаровский край, Комсомольский р-н	50° 34′	137° 00′	47
44	Л. амурская	Хабаровский край, Ульчский р-н	52° 22′ 19″	140° 26′ 13″	49
45	Л. даурская	Хабаровский край, Аяно-Майский р-н	55° 29′	135° 00′	420
46	Л. курильская	Сахалинская область, Курильский р-н	45° 02′	147° 37′	1634
47	Л. европейская	Великобритания, Абердиншир	57° 27′	3° 00′ (з.д)	336
48	Л. широкочешуйчатая	Великобритания, Дамфрис-энд-Галловей	55° 21′	3° 04′ (з.д)	61
49	Л. ольгинская	КНР, провинция Хэбэй, гор. округ Чэндэ (Уезд Чэндэ)	40° 46′ 01″	118° 10′ 02″	332
50	Л. даурская	КНР, авт. район Внутренняя Монголия, гор. округ Ху-лун-Буир (Уезд Якэши)	50° 28′ 54″	121° 47′ 07″	733
51	Л. польская	Польша, Свентокшиское воеводство, Скаржиский р-н	51° 07′	20° 55′	250
52	Л. польская	Польша, Силезское воеводство, Цешинский р-н	49° 62′	18° 92′	1106

Таблица А.2 – Информация о материнских древостоях географических культур Бронницкого лесничества

№ ПП	Название вида	Место происхождения	Происхождение древостоя	Состав	Класс возраста	Полнота	Бонитет	Почва
1	Л. Сукачёва	Респ. Коми, Удорский р-н	Естественное	6Е3Л1С	V	0,6	-	Подзолистая суглинистая
2	Л. сибирская	Респ. Бурятия, Кяхтинский р-н	Естественное	-	IV	-	IV	Серая лесная суглинистая
3	Л. сибирская	Омская обл., Тарский р-н	Естественное	6Б3ОС1Л	-	-	-	Дерново-подзолистая супесчаная
4	Л. Сукачёва	Архангельская обл., Вельский р-н	Естественное	-	X-XV	-	III-IV	Подзолистая суглинистая
5	Л. Чекановского	Респ. Бурятия, Прибайкальский р-н	Естественное	6С4Л	V	0,4	III	Подзолисто-глеевая суглинистая
6	Л. даурская	Забайкальский край, Александрово-Заводский р-н	Естественное	7Л3Б+ОС	III	0,5	-	Подзолистая суглинистая
7	Л. сибирская	Московская обл., Раменский гор. округ	Культуры (луч. дер. сем. уч.)	-	I	-	-	Дерново-подзолистая суглинистая
8	Л. сибирская	Московская обл., Раменский гор. округ	Культуры (ряд. дер.)	-	I	-	-	Дерново-подзолистая суглинистая
10	Л. сибирская	Иркутская обл., Братский р-н	Естественное	-	III-IV	0,6	III	Дерново-подзолистая суглинистая
11	Л. сиб. алтайская	Респ. Алтай, Шебалинский р-н	Естественное	10Л	IV	0,4	III	Горная подзолистая каменистая
13	Л. Сукачёва	Свердловская обл., Нижнетуринский гор. округ	Естественное	-	VII-VIII	0,6	III	Дерново-подзолистая суглинистая
15	Л. европейская	Ивано-Франковская обл., Галичский р-н	Естественное (ед.)	10Л	-	0,2	-	Горная лесная суглинистая
16	Л. сибирская	Красноярский край, Енисейский р-н	Естественное	8С2Л	V	0,7	III	Дерново-подзолистая супесчаная
18	Л. европейская	Московская обл., Можайский гор. округ	Культуры (аллея)	10Л	IV	-	I_b	Дерново-подзолистая суглинистая
19	Л. сибирская	Тюменская обл., Ханты-Мансийский р-н	Естественное	4Б4ОС2Е+Л	VI	0,7	III	Подзолистая супесчаная
21	Л. Сукачёва	Пермский край, Чердынский гор. округ	Естественное	6С3Е1ЛП+Л	VII	0,6	III	Подзолистая супесчаная
22	Л. японская	Сахалинская обл., Томаринский гор. округ	Естественное	10Л+Б	III	0,8	III	Дерново-подзолистая суглинистая
24	Л. европейская	Московская обл., Раменский гор. округ	Культуры	4Л3С3Е	III	0,9	I_a	Дерново-подзолистая суглинистая
26	Л. Сукачёва	Удмуртская Респ., Граховский р-н	Культуры (аллея)	10Л	III	-	-	Серая лесная суглинистая
30	Л. сибирская	Красноярский край, Туруханский р-н	Естественное	5Л3С2Б	VI	0,6	IV	Тундровая глеевая суглинистая
31	Л. Сукачёва	Смоленская обл., Новодугинский р-н	Культуры (аллея)	10Л	III	-	-	Дерново-подзолистая суглинистая
33	Л. сибирская	Красноярский край, Ирбейский р-н	Естественное	6Л3С1Б	VI	0,7	III	Дерново-подзолистая суглинистая
34	Л. сибирская	Красноярский край, Ермаковский р-н	Естественное	10Л	VI-VIII	0,4	III	Серая лесная суглинистая
35	Л. даурская	Респ. Бурятия, Баунтовский эвенкийский р-н	Естественное	10Л	II	0,3	IV	Горная подзолистая суглинистая
36	Л. сибирская	Москва, Троицкий адм. округ	Культуры (аллея)	10Л	III	-	I	Дерново-подзолистая суглинистая
37	Л. европейская	Москва, Троицкий адм. округ	Культуры (аллея)	10Л	III	-	I_a	Дерново-подзолистая суглинистая
39	Л. Сукачёва	Нижегородская область, Сокольский р-н	Естественное	10С ед.Л	IV	0,5	II	Дерново-подзолистая супесчаная
41	Л. Сукачёва	Нижегородская обл., Краснобаковский р-н	Естественное	10С ед.Л	IV	0,7	-	Дерново-подзолистая супесчаная
44	Л. амурская	Хабаровский край, Ульчский р-н	Естественное	6Л3Б ед.Е	-	0,7	IV	Дерново-подзолистая супесчаная
45	Л. даурская	Хабаровский край, Аяно-Майский р-н	Естественное	10Л	IV	0,3	III	Горная подзолистая суглинистая
46	Л. курильская	Сахалинская обл., Курильский р-н	Естественное	10Л	-	0,4	IV	Горная подзолистая каменистая

Приложение Б.

Таблица Б.1 – Количество высаженных рядов на географических культурах лиственницы в 1954-1955 гг.

№ ПП	Название вида	Чистые культуры	Лиственнично-сосновые культуры		Лиственнично-еловые культуры		Лиственнично-липово-кленовые культуры	
		Л	Л	С	Л	Е	Л	ЛП, КЛО
1	Л. Сукачёва	7	3	3	2	2	18	18
2	Л. сибирская	8	4	3	3	2	9	8
3	Л. сибирская	8	4	3	3	2	5	4
4	Л. Сукачёва	8	4	3	3	2	5	5
5	Л. Чекановского	8	4	3	3	2	5	5
6	Л. даурская	8	4	3	3	2	6	5
7	Л. сиб. лучш	8	4	3	3	2	6	6
8	Л. сиб. ряд	8	4	3	3	2	7	6
9	Л. сибирская	8	4	3	3	3	8	7
10	Л. сибирская	8	4	3	3	3	10	11
11	Л. сиб.алтайск.	8	4	3	3	3	6	6
12	Л. Сукачёва	8	4	3	3	3	7	6
13	Л. Сукачёва	8	4	3	3	3	7	6
14	Л. Сукачёва	8	4	3	3	3	7	6
15	Л. европейская	8	4	3	3	3	7	6
16	Л. сибирская	8	4	3	3	3	7	6
17	Л. европейская	8	4	3	3	3	6	5
18	Л. европейская	8	4	3	3	3	6	5
19	Л. сибирская	8	4	3	3	3	6	5
20	Л. сибирская	8	9	8	3	3	6	5
21	Л. Сукачёва	6	3	3	4	5	6	5
22	Л. японская	8	4	3	7	6	6	5
23	Л. даурская	8	4	3	2	2	6	5
24	Л. европейская	8	4	3	2	2	8	7
25	Л. сибирская	8	4	3	2	2	8	9
26	Л. Сукачёва	8	4	3	2	2	7	6
27	Л. сибирская	8	4	3	2	2	7	6
28	Л. даурская	8	4	3	2	2	7	6
29	Л. Сукачёва	8	4	3	2	2	7	6
30	Л. сибирская	8	4	3	2	2	6	6
31	Л. Сукачёва	8	4	3	-	-	-	-
32	Л. Сукачёва	8	4	3	2	2	7	6
33	Л. сибирская	8	4	3	2	2	6	5
34	Л. сибирская	8	4	3	2	2	6	5
35	Л. даурская	8	4	3	2	2	6	5
36	Л. сибирская	8	4	3	2	2	6	5
37	Л. европейская	10	4	3	2	2	6	5
38	Л. Сукачёва	6	4	3	-	-	-	-
39	Л. Сукачёва	6	4	3	3	2	6	5
40	Л. Сукачёва	6	6	4	3	2	8	6
41	Л. Сукачёва	-	-	-	7	12	7	7

Таблица Б.2 – Протяженность рядов на географических культурах лиственницы в метрах в 1954-1955 гг.

№ ПП	Название вида	Чистые культуры	Лиственнично-сосновые культуры		Лиственнично-еловые культуры		Лиственнично-липово-кленовые культуры	
		Л	Л	С	Л	Е	Л	ЛП, КЛО
1	Л. Сукачёва	72-99	102	102	102	86-102	15-63	13-62
2	Л. сибирская	99	102	102	102	102	64-103	64-102
3	Л. сибирская	99	102	102	102	102	118-124	119-123
4	Л. Сукачёва	99	102	102	102	102	116-111	118-112
5	Л. Чекановского	99	102	102	102	102	109-103	111-104
6	Л. даурская	99	102	102	102	102	101-96	100-96
7	Л. сиб. лучш	99	102	102	102	102	93-87	94-88
8	Л. сиб. ряд	99	102	102	102	102	85-78	84-78
9	Л. сибирская	99	102	102	102	102	75-67	74-67
10	Л. сибирская	99	102	102	102	102	65-54	65-51
11	Л. сиб.алтайск.	99	102	102	102	102	34-80	32-74
12	Л. Сукачёва	99	102	102	102	102	97-100	97-100
13	Л. Сукачёва	99	102	102	102	102	100	100
14	Л. Сукачёва	99	102	102	102	102	100	100
15	Л. европейская	99	102	102	102	102	100	100
16	Л. сибирская	99	102	102	102	102	100	100
17	Л. европейская	99	102	102	102	102	100	100
18	Л. европейская	99	102	102	102	102	100	100
19	Л. сибирская	99	102	102	102	102	100	100
20	Л. сибирская	99	102	102	101-76	102-81	100	100
21	Л. Сукачёва	97	102	102	74-47	74-46	100	100
22	Л. японская	97	102	100	24-130	24-112	100	100
23	Л. даурская	97	102	102	134	134	100	100
24	Л. европейская	97	102	102	134	134	100	100
25	Л. сибирская	97	102	102	134	134	1-117	1-117
26	Л. Сукачёва	97	102	102	134	134	117	117
27	Л. сибирская	97	102	102	134	134	115	115
28	Л. даурская	97	102	102	134	134	114	114
29	Л. Сукачёва	97	102	102	134	134	113	113
30	Л. сибирская	97	102	102	134	134	112	112
31	Л. Сукачёва	97	102	102	-	-	-	-
32	Л. Сукачёва	97	102	102	134	134	111	111
33	Л. сибирская	97	102	102	134	134	110	110
34	Л. сибирская	97	102	102	134	134	109	109
35	Л. даурская	97	102	102	134	134	108	108
36	Л. сибирская	97	102	102	134	134	107	107
37	Л. европейская	97	102	102	134	134	106	106
38	Л. Сукачёва	97	102	102	-	-	-	-
39	Л. Сукачёва	97	102	102	132-125	131-127	105	105
40	Л. Сукачёва	97	45-102	67-102	86-77	84-79	104	104
41	Л. Сукачёва	-	-	-	64-24	64-3	102	102

Таблица Б.3 – Общая протяженность рядов на географических культурах лиственницы в метрах в 1954-1955 гг.

№ ПП	Название вида	Чистые культуры	Лиственнично-сосновые культуры		Лиственнично-еловые культуры		Лиственнично-липово-кленовые культуры	
		Л	Л	С	Л	Е	Л	ЛП, КЛО
1	Л. Сукачёва	666	306	306	204	188	813	562
2	Л. сибирская	792	408	306	306	204	717	631
3	Л. сибирская	792	408	306	306	204	607	362
4	Л. Сукачёва	792	408	306	306	204	569	458
5	Л. Чекановского	792	408	306	306	204	532	539
6	Л. даурская	792	408	306	306	204	591	490
7	Л. сиб. лучш	792	408	306	306	204	541	546
8	Л. сиб. ряд	792	408	306	306	204	569	486
9	Л. сибирская	792	408	306	306	306	570	495
10	Л. сибирская	792	408	306	306	306	595	648
11	Л. сиб.алтайск.	792	408	306	306	306	312	291
12	Л. Сукачёва	792	408	306	306	306	681	592
13	Л. Сукачёва	792	408	306	306	306	700	600
14	Л. Сукачёва	792	408	306	306	306	700	600
15	Л. европейская	792	408	306	306	306	700	600
16	Л. сибирская	792	408	306	306	306	700	600
17	Л. европейская	792	408	306	306	306	600	500
18	Л. европейская	792	408	306	306	306	600	500
19	Л. сибирская	792	408	306	306	306	600	500
20	Л. сибирская	792	923	870	266	275	600	500
21	Л. Сукачёва	582	306	306	219	290	600	500
22	Л. японская	776	408	300	544	423	600	500
23	Л. даурская	776	408	306	268	268	600	500
24	Л. европейская	776	408	306	268	268	800	700
25	Л. сибирская	776	408	306	268	268	679	732
26	Л. Сукачёва	776	408	306	268	268	819	702
27	Л. сибирская	776	408	306	268	268	805	690
28	Л. даурская	776	408	306	268	268	798	684
29	Л. Сукачёва	776	408	306	268	268	791	678
30	Л. сибирская	776	408	306	268	268	672	672
31	Л. Сукачёва	776	408	306	-	-	-	-
32	Л. Сукачёва	776	408	306	268	268	777	666
33	Л. сибирская	776	408	306	268	268	660	550
34	Л. сибирская	776	408	306	268	268	654	545
35	Л. даурская	776	408	306	268	268	648	540
36	Л. сибирская	776	408	306	268	268	642	535
37	Л. европейская	970	408	306	268	268	636	530
38	Л. Сукачёва	582	408	306	-	-	-	-
39	Л. Сукачёва	582	408	306	388	258	630	525
40	Л. Сукачёва	582	481	362	244	163	832	624
41	Л. Сукачёва	-	-	-	333	431	814	814

Таблица Б.4 – Протяженность контрольных рядов на географических культурах лиственницы в метрах в 1954-1955 гг.

№ ПП	Название вида	Чистые культуры	Лиственнично-сосновые культуры		Лиственнично-еловые культуры		Лиственнично-липово-кленовые культуры	
		Л	Л	С	Л	Е	Л	ЛП, КЛО
1	Л. Сукачёва	99	102	102	102	102	60	62
2	Л. сибирская	99	102	102	102	102	101	102
3	Л. сибирская	99	102	102	102	102	123	122
4	Л. Сукачёва	99	102	102	102	102	115	115
5	Л. Чекановского	99	102	102	102	102	108	108
6	Л. даурская	99	102	102	102	102	100	99
7	Л. сиб. лучш	99	102	102	102	102	92	92
8	Л. сиб. ряд	99	102	102	102	102	84	83
9	Л. сибирская	99	102	102	102	102	74	68
10	Л. сибирская	99	102	102	102	102	65	64
11	Л. сиб.алтайск.	99	102	102	102	102	80	74
12	Л. Сукачёва	99	102	102	102	102	100	100
13	Л. Сукачёва	99	102	102	102	102	100	100
14	Л. Сукачёва	99	102	102	102	102	100	100
15	Л. европейская	99	102	102	102	102	100	100
16	Л. сибирская	99	102	102	102	102	100	100
17	Л. европейская	99	102	102	102	102	100	100
18	Л. европейская	99	102	102	102	102	100	100
19	Л. сибирская	99	102	102	102	102	100	100
20	Л. сибирская	99	102	102	96	96	100	100
21	Л. Сукачёва	97	102	102	-	-	100	100
22	Л. японская	97	102	100	112	112	100	100
23	Л. даурская	97	102	102	134	134	100	100
24	Л. европейская	97	102	102	134	134	100	100
25	Л. сибирская	97	102	102	134	134	115	115
26	Л. Сукачёва	97	102	102	134	134	117	117
27	Л. сибирская	97	102	102	134	134	115	115
28	Л. даурская	97	102	102	134	134	114	114
29	Л. Сукачёва	97	102	102	134	134	113	113
30	Л. сибирская	97	102	102	134	134	112	112
31	Л. Сукачёва	97	102	102	-	-	-	-
32	Л. Сукачёва	97	102	102	134	134	111	111
33	Л. сибирская	97	102	102	134	134	110	110
34	Л. сибирская	97	102	102	134	134	109	109
35	Л. даурская	97	102	102	134	134	108	108
36	Л. сибирская	97	102	102	134	134	107	107
37	Л. европейская	97	102	102	134	134	106	106
38	Л. Сукачёва	97	102	102	-	-	-	-
39	Л. Сукачёва	97	102	102	131	131	105	105
40	Л. Сукачёва	97	102	102	-	-	104	104
41	Л. Сукачёва	-	-	-	59	61	102	102

Приложение В.

Возрастная динамика таксационных показателей чистых географических культур лиственницы 1954-1955 гг. посадки

Таблица В.1 – Лиственница Сукачёва, семена из Удорского района Республики Коми (ППП 1)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,3	2,5	0,001	0,930	0,49	0,46	1,8	3810	5,6	0,56	1,11
15	6,2	6,4	0,014	0,681	0,60	0,79	9,8	2990	41,5	2,77	7,18
20	9,3	10,5	0,047	0,589	0,61	0,81	21,5	2479	117,4	5,87	15,17
25	12,1	14,0	0,102	0,544	0,57	0,70	32,8	2123	216,5	8,66	19,84
30	14,7	16,9	0,172	0,519	0,52	0,58	41,7	1860	319,3	10,64	20,54
35	17,1	19,2	0,250	0,503	0,47	0,46	48,0	1655	412,9	11,80	18,74
40	19,2	21,1	0,330	0,493	0,41	0,37	52,1	1491	492,1	12,30	15,83
45	21,0	22,6	0,410	0,486	0,36	0,30	54,5	1356	555,6	12,35	12,70
50	22,6	23,9	0,486	0,481	0,32	0,25	55,6	1243	604,6	12,09	9,80
55	24,0	24,9	0,559	0,478	0,28	0,21	56,0	1147	641,1	11,66	7,31
60	25,2	25,8	0,627	0,475	0,24	0,18	55,2	1053	660,9	11,01	3,95
63	25,8	26,3	0,666	0,474	-	-	54,9	1009	672,4	-	-
66	26,4	26,8	0,704	0,472	-	-	55,5	985	693,0	-	-

Таблица В.2 – Лиственница сибирская, семена из Кяхтинского района Республики Бурятии (ППП 2)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,3	2,5	0,001	0,928	0,49	0,46	1,3	2767	4,0	0,40	0,80
15	6,2	6,4	0,014	0,682	0,59	0,79	7,1	2200	30,1	2,01	5,22
20	9,2	10,3	0,046	0,591	0,59	0,79	15,3	1825	83,2	4,16	10,62
25	11,9	13,7	0,096	0,547	0,55	0,67	22,7	1545	148,1	5,92	12,98
30	14,4	16,4	0,158	0,522	0,49	0,54	27,9	1325	209,5	6,98	12,29
35	16,5	18,5	0,226	0,507	0,43	0,43	31,0	1147	259,6	7,42	10,01
40	18,4	20,3	0,296	0,497	0,38	0,35	32,4	1000	296,2	7,40	7,32
45	20,1	21,8	0,365	0,490	0,33	0,29	32,6	877	320,3	7,12	4,83
50	21,5	23,0	0,432	0,485	0,28	0,25	32,1	773	334,2	6,68	2,77
55	22,7	24,1	0,497	0,481	0,24	0,22	31,2	685	340,1	6,18	1,18
60	23,7	25,0	0,559	0,478	0,21	0,19	29,8	604	337,6	5,63	-0,49
63	24,3	25,6	0,595	0,476	-	-	27,5	534	317,6	-	-
66	24,8	26,1	0,630	0,475	-	-	26,9	502	316,3	-	-

Таблица В.3 – Лиственница сибирская, семена из Тарского района Омской области (ППП 3)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	5,1	4,2	0,005	0,759	0,69	0,67	5,0	3698	19,3	1,93	3,74
15	8,7	7,9	0,026	0,617	0,73	0,75	14,1	2879	75,8	5,06	11,30
20	12,1	11,1	0,066	0,560	0,68	0,64	23,3	2412	158,2	7,91	16,47
25	15,1	13,7	0,118	0,530	0,61	0,52	31,1	2110	249,7	9,99	18,29
30	17,8	15,8	0,179	0,513	0,53	0,42	37,2	1898	340,1	11,34	18,08
35	20,1	17,5	0,244	0,503	0,46	0,34	42,0	1743	424,7	12,14	16,94
40	22,1	19,0	0,309	0,495	0,40	0,29	45,9	1623	502,2	12,56	15,50
45	23,8	20,2	0,375	0,490	0,35	0,25	49,0	1529	572,5	12,72	14,06
50	25,3	21,3	0,438	0,486	0,30	0,22	51,6	1453	636,3	12,73	12,76
55	26,6	22,2	0,500	0,483	0,26	0,19	54,0	1390	694,6	12,63	11,64
60	27,8	23,1	0,559	0,481	0,22	0,17	55,9	1333	745,5	12,42	10,18
63	28,4	23,6	0,594	0,479	-	-	52,3	1197	710,8	-	-
66	28,9	24,1	0,628	0,478	-	-	52,9	1164	730,9	-	-

Таблица В.4 – Лиственница Сукачёва, семена из Вельского района Архангельской области (ППП 4)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,1	3,6	0,003	0,824	0,58	0,61	3,7	3618	12,3	1,23	2,41
15	7,4	7,5	0,021	0,642	0,67	0,78	12,2	2781	58,4	3,89	9,21
20	10,7	11,1	0,059	0,570	0,65	0,73	22,2	2276	134,8	6,74	15,28
25	13,6	14,3	0,116	0,534	0,59	0,63	30,9	1933	225,0	9,00	18,04
30	16,3	16,9	0,187	0,513	0,53	0,53	37,7	1684	315,5	10,52	18,11
35	18,7	19,1	0,267	0,500	0,47	0,44	42,7	1493	398,8	11,39	16,66
40	20,7	21,0	0,351	0,491	0,41	0,37	46,3	1343	471,7	11,79	14,57
45	22,5	22,6	0,437	0,485	0,36	0,32	48,8	1221	533,4	11,85	12,35
50	24,1	24,0	0,522	0,480	0,32	0,28	50,5	1119	584,7	11,69	10,25
55	25,5	25,2	0,606	0,476	0,27	0,25	51,6	1034	626,6	11,39	8,37
60	26,7	26,3	0,688	0,473	0,24	0,22	51,8	951	654,1	10,90	5,51
63	27,3	26,9	0,735	0,472	-	-	46,3	811	596,6	-	-
66	27,9	27,5	0,782	0,471	-	-	46,3	778	608,2	-	-

Таблица В.5 – Лиственница Чекановского, семена из Прибайкальского района Республики Бурятии (ППП 5)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,2	2,4	0,001	0,942	0,48	0,43	1,5	3358	4,4	0,44	0,88
15	6,2	5,8	0,011	0,692	0,60	0,68	7,2	2777	30,8	2,06	5,28
20	9,2	9,2	0,037	0,599	0,60	0,69	15,8	2380	87,0	4,35	11,24
25	12,0	12,3	0,079	0,554	0,56	0,62	24,6	2076	163,2	6,53	15,24
30	14,5	15,0	0,134	0,528	0,50	0,53	32,2	1830	245,7	8,19	16,49
35	16,7	17,2	0,199	0,511	0,44	0,46	38,0	1627	324,2	9,26	15,71
40	18,6	19,2	0,270	0,500	0,39	0,40	42,2	1455	393,3	9,83	13,82
45	20,3	21,0	0,345	0,492	0,34	0,35	45,1	1308	450,8	10,02	11,50
50	21,8	22,5	0,421	0,486	0,29	0,31	46,9	1181	496,5	9,93	9,16
55	23,0	23,9	0,497	0,481	0,25	0,28	48,0	1070	531,6	9,67	7,01
60	24,1	25,2	0,573	0,477	0,21	0,26	48,1	964	552,4	9,21	4,15
63	24,6	25,9	0,618	0,475	-	-	39,8	753	465,4	-	-
66	25,1	26,6	0,663	0,473	-	-	39,1	702	465,6	-	-

Таблица В.6 – Лиственница даурская (Гмелина), семена из Александрово-Заводского района Читинской области (ныне Забайкальский край) (ППП 6)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,4	3,0	0,002	0,895	0,48	0,48	1,8	2586	5,5	0,55	1,05
15	6,1	6,1	0,012	0,690	0,53	0,64	5,6	1886	23,4	1,56	3,59
20	8,6	9,4	0,036	0,605	0,51	0,64	10,2	1485	53,4	2,67	6,00
25	11,0	12,4	0,074	0,561	0,47	0,60	14,7	1221	90,5	3,62	7,41
30	13,1	15,1	0,126	0,534	0,42	0,55	18,6	1034	129,7	4,32	7,85
35	14,9	17,6	0,188	0,515	0,37	0,50	21,8	893	167,8	4,79	7,61
40	16,6	19,9	0,259	0,503	0,33	0,45	24,3	783	202,7	5,07	6,98
45	18,1	21,9	0,336	0,493	0,29	0,41	26,2	695	233,5	5,19	6,16
50	19,3	23,8	0,417	0,486	0,26	0,37	27,7	623	259,9	5,20	5,28
55	20,5	25,5	0,501	0,480	0,23	0,34	28,7	562	282,0	5,13	4,41
60	21,4	27,1	0,587	0,475	0,20	0,31	29,4	511	299,9	5,00	3,59
63	22,0	28,0	0,638	0,473	-	-	26,7	435	277,6	-	-
66	22,5	28,8	0,690	0,471	-	-	26,9	413	285,0	-	-

Таблица В.7 – Лиственницы сибирская, семена из Раменского городского округа Московской области, потомство лучших деревьев (ППП 7)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,2	3,1	0,003	0,831	0,60	0,51	3,1	4131	11,0	1,10	2,14
15	7,5	6,4	0,016	0,652	0,66	0,65	9,9	3101	48,7	3,25	7,55
20	10,6	9,5	0,044	0,582	0,62	0,63	17,7	2484	109,5	5,48	12,16
25	13,4	12,3	0,087	0,545	0,55	0,56	24,8	2074	180,5	7,22	14,20
30	15,7	14,8	0,141	0,524	0,47	0,49	30,5	1783	251,5	8,38	14,20
35	17,7	16,9	0,202	0,510	0,40	0,42	35,1	1566	316,9	9,05	13,07
40	19,4	18,7	0,268	0,500	0,34	0,37	38,5	1398	374,1	9,35	11,44
45	20,9	20,4	0,334	0,493	0,28	0,33	41,1	1264	422,6	9,39	9,71
50	22,1	21,8	0,401	0,487	0,24	0,29	43,1	1154	462,9	9,26	8,06
55	23,0	23,1	0,466	0,483	0,20	0,26	44,6	1064	495,8	9,01	6,58
60	23,8	24,3	0,529	0,479	0,16	0,24	45,3	978	517,4	8,62	4,32
63	24,3	24,9	0,566	0,478	-	-	36,6	749	423,5	-	-
66	24,6	25,6	0,601	0,476	-	-	35,6	693	416,9	-	-

Таблица В.8 – Лиственница сибирская, семена из Раменского городского округа Московской области, потомство рядовых деревьев (ППП 8)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,3	3,2	0,003	0,824	0,60	0,54	3,2	3898	11,3	1,13	2,20
15	7,6	6,6	0,017	0,648	0,67	0,68	10,1	2908	49,5	3,30	7,65
20	10,8	9,9	0,048	0,578	0,63	0,65	17,9	2343	111,5	5,57	12,38
25	13,6	12,7	0,093	0,542	0,56	0,57	25,2	1981	185,2	7,41	14,75
30	16,0	15,2	0,151	0,521	0,49	0,49	31,3	1731	261,3	8,71	15,23
35	18,1	17,3	0,216	0,507	0,42	0,42	36,3	1549	334,2	9,55	14,58
40	19,9	19,1	0,285	0,498	0,36	0,36	40,4	1410	401,2	10,03	13,40
45	21,5	20,7	0,355	0,491	0,31	0,32	43,8	1301	461,4	10,25	12,03
50	22,8	22,1	0,424	0,486	0,26	0,28	46,6	1214	514,7	10,29	10,66
55	23,9	23,3	0,491	0,482	0,22	0,25	48,9	1143	561,6	10,21	9,39
60	24,8	24,4	0,556	0,478	0,18	0,22	50,7	1080	600,6	10,01	7,80
63	25,2	25,1	0,594	0,477	-	-	41,1	833	494,4	-	-
66	25,7	25,6	0,630	0,475	-	-	40,0	773	487,1	-	-

Таблица В.9 – Лиственница сибирская, семена из Кызылского района Республики Тыва (ППП 9)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	2,3	1,7	0,001	1,109	0,32	0,29	0,7	3011	1,7	0,17	0,34
15	4,2	4,0	0,004	0,806	0,38	0,46	3,0	2435	10,2	0,68	1,70
20	6,2	6,5	0,014	0,681	0,40	0,51	6,7	2004	28,2	1,41	3,59
25	8,2	9,0	0,032	0,614	0,40	0,51	10,7	1661	53,7	2,15	5,11
30	10,1	11,5	0,060	0,573	0,39	0,49	14,3	1382	83,1	2,77	5,87
35	12,0	13,8	0,098	0,546	0,37	0,46	17,2	1155	112,7	3,22	5,92
40	13,8	15,9	0,144	0,527	0,36	0,43	19,3	969	139,9	3,50	5,45
45	15,5	17,9	0,200	0,512	0,34	0,40	20,6	816	163,4	3,63	4,69
50	17,1	19,8	0,265	0,501	0,32	0,38	21,3	690	182,4	3,65	3,81
55	18,6	21,6	0,337	0,493	0,31	0,36	21,5	585	196,9	3,58	2,90
60	20,1	23,3	0,416	0,486	0,29	0,34	21,0	493	205,1	3,42	1,64
63	20,9	24,3	0,467	0,482	-	-	20,0	433	202,2	-	-
66	21,7	25,2	0,520	0,479	-	-	20,0	400	207,9	-	-

Таблица В.10 – Лиственница сибирская, семена из Братского района Иркутской области (ППП 10)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	5,0	4,0	0,005	0,764	0,69	0,63	4,8	3780	18,3	1,83	3,51
15	8,6	7,5	0,024	0,621	0,72	0,70	12,7	2870	68,0	4,53	9,94
20	11,9	10,5	0,059	0,564	0,66	0,61	20,7	2380	139,7	6,98	14,34
25	14,8	13,1	0,106	0,535	0,57	0,50	27,9	2082	220,4	8,82	16,15
30	17,2	15,1	0,160	0,518	0,49	0,42	33,9	1885	302,4	10,08	16,40
35	19,3	16,9	0,218	0,506	0,41	0,35	39,1	1750	382,0	10,91	15,91
40	21,0	18,3	0,277	0,499	0,34	0,29	43,7	1653	457,7	11,44	15,14
45	22,4	19,6	0,334	0,493	0,29	0,25	47,8	1584	529,3	11,76	14,32
50	23,6	20,7	0,390	0,489	0,24	0,22	51,7	1533	597,1	11,94	13,57
55	24,6	21,7	0,442	0,485	0,20	0,20	55,4	1496	661,7	12,03	12,92
60	25,4	22,6	0,492	0,483	0,16	0,18	58,8	1467	721,7	12,03	12,01
63	25,9	23,1	0,521	0,481	-	-	56,4	1348	702,1	-	-
66	26,2	23,6	0,548	0,480	-	-	57,5	1320	723,6	-	-

Таблица В.11 – Лиственница Сукачёва, семена из Подосиновского района Кировской области (ППП 12)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,8	2,9	0,002	0,868	0,54	0,49	2,7	4070	8,9	0,89	1,74
15	6,9	6,2	0,014	0,667	0,63	0,66	9,9	3255	45,6	3,04	7,34
20	10,0	9,5	0,042	0,588	0,62	0,66	19,4	2716	113,7	5,68	13,62
25	12,9	12,5	0,087	0,547	0,57	0,60	28,8	2326	202,2	8,09	17,71
30	15,4	15,2	0,147	0,523	0,52	0,54	37,0	2028	298,4	9,95	19,23
35	17,8	17,6	0,219	0,507	0,46	0,48	43,6	1792	392,7	11,22	18,85
40	19,8	19,7	0,300	0,496	0,41	0,42	48,8	1599	479,3	11,98	17,33
45	21,6	21,6	0,386	0,488	0,36	0,38	52,7	1439	555,5	12,34	15,24
50	23,2	23,3	0,476	0,482	0,31	0,34	55,5	1304	620,3	12,41	12,97
55	24,5	24,8	0,567	0,478	0,28	0,31	57,5	1189	674,0	12,25	10,74
60	25,7	26,2	0,659	0,474	0,24	0,28	58,6	1084	714,4	11,91	8,08
63	26,4	27,0	0,714	0,472	-	-	57,6	1006	717,7	-	-
66	27,0	27,8	0,768	0,470	-	-	58,9	973	747,6	-	-

Таблица В.12 – Лиственница Сукачёва, семена из Исовского района (ныне Нижнетуринского городского округа) Свердловской области (ППП 13)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,3	3,4	0,003	0,817	0,60	0,57	3,1	3358	10,9	1,09	2,13
15	7,6	7,0	0,019	0,643	0,68	0,72	10,9	2818	53,6	3,57	8,54
20	10,9	10,4	0,053	0,573	0,65	0,68	20,7	2438	129,1	6,45	15,09
25	13,8	13,4	0,104	0,538	0,59	0,59	30,0	2137	222,5	8,90	18,70
30	16,4	15,9	0,169	0,517	0,52	0,51	37,7	1889	319,0	10,63	19,30
35	18,7	18,2	0,243	0,503	0,45	0,45	43,5	1680	408,5	11,67	17,89
40	20,6	20,1	0,324	0,494	0,39	0,39	47,7	1501	485,7	12,14	15,44
45	22,3	21,8	0,408	0,487	0,34	0,35	50,5	1346	548,7	12,19	12,62
50	23,8	23,4	0,493	0,482	0,30	0,31	52,1	1212	597,9	11,96	9,83
55	25,1	24,8	0,580	0,477	0,25	0,28	53,0	1094	634,2	11,53	7,27
60	26,2	26,1	0,666	0,474	0,22	0,26	52,7	982	653,7	10,90	3,90
63	26,8	26,9	0,717	0,472	-	-	52,3	922	660,4	-	-
66	27,3	27,6	0,767	0,471	-	-	53,1	889	682,1	-	-

Таблица В.13 – Лиственница Сукачёва, семена из Учалинского района Республики Башкортостан (ППП 14)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,3	2,7	0,002	0,914	0,50	0,45	2,3	4058	6,9	0,69	1,35
15	6,3	5,9	0,012	0,686	0,60	0,64	8,2	3037	35,7	2,38	5,77
20	9,3	9,1	0,036	0,599	0,59	0,64	15,7	2410	87,1	4,35	10,27
25	12,0	12,0	0,075	0,555	0,54	0,58	22,5	1987	149,9	6,00	12,57
30	14,4	14,6	0,127	0,530	0,48	0,51	28,1	1683	213,7	7,12	12,74
35	16,4	16,8	0,187	0,513	0,41	0,44	32,2	1455	271,6	7,76	11,59
40	18,2	18,7	0,251	0,502	0,36	0,38	35,1	1277	320,7	8,02	9,83
45	19,7	20,4	0,318	0,494	0,30	0,33	36,9	1134	360,3	8,01	7,91
50	21,0	21,8	0,384	0,488	0,26	0,29	38,1	1018	390,7	7,81	6,08
55	22,1	23,1	0,448	0,484	0,21	0,26	38,7	922	413,0	7,51	4,46
60	23,0	24,3	0,510	0,480	0,18	0,23	38,4	831	423,6	7,06	2,13
63	23,4	24,9	0,545	0,478	-	-	37,5	771	420,3	-	-
66	23,8	25,5	0,580	0,477	-	-	37,8	742	430,1	-	-

Таблица В.14 – Лиственница европейская, семена из Галичского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 15)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	5,3	4,6	0,006	0,741	0,75	0,73	5,3	3231	20,8	2,08	4,05
15	9,4	9,1	0,036	0,597	0,83	0,90	17,9	2769	101,0	6,74	16,05
20	13,3	13,5	0,103	0,540	0,78	0,88	34,0	2384	244,5	12,23	28,70
25	16,8	17,5	0,205	0,510	0,69	0,80	49,6	2068	423,9	16,96	35,88
30	19,7	21,0	0,337	0,492	0,60	0,71	62,6	1807	609,0	20,30	37,00
35	22,3	24,1	0,490	0,481	0,51	0,62	72,5	1590	778,3	22,24	33,88
40	24,5	26,8	0,655	0,473	0,44	0,54	79,4	1407	920,7	23,02	28,48
45	26,3	29,2	0,825	0,468	0,37	0,48	83,8	1252	1032,0	22,93	22,26
50	27,9	31,3	0,994	0,463	0,31	0,42	86,1	1119	1112,8	22,26	16,15
55	29,2	33,2	1,160	0,460	0,26	0,37	86,8	1005	1165,8	21,20	10,61
60	30,3	34,8	1,318	0,457	0,22	0,33	85,0	893	1177,6	19,63	2,36
63	30,8	35,7	1,409	0,456	-	-	79,7	796	1121,2	-	-
66	31,3	36,6	1,497	0,455	-	-	77,5	738	1104,4	-	-

Таблица В.15 – Лиственница сибирская, семена из Енисейского района Красноярского края (ППП 16)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,7	2,7	0,002	0,884	0,55	0,47	2,1	3673	6,8	0,68	1,35
15	7,0	6,0	0,013	0,668	0,67	0,65	8,1	2885	37,9	2,53	6,21
20	10,3	9,2	0,040	0,587	0,67	0,64	15,4	2330	93,7	4,69	11,16
25	13,4	12,0	0,083	0,547	0,61	0,57	21,8	1914	159,7	6,39	13,19
30	16,1	14,5	0,140	0,523	0,54	0,50	26,4	1592	222,1	7,40	12,48
35	18,4	16,7	0,204	0,509	0,46	0,43	29,2	1337	273,3	7,81	10,24
40	20,4	18,5	0,274	0,499	0,40	0,37	30,6	1133	310,9	7,77	7,51
45	22,0	20,2	0,347	0,492	0,33	0,33	30,9	967	335,2	7,45	4,87
50	23,5	21,6	0,420	0,486	0,28	0,29	30,5	830	348,3	6,97	2,61
55	24,6	23,0	0,491	0,482	0,23	0,26	29,7	717	352,3	6,41	0,80
60	25,6	24,2	0,561	0,479	0,19	0,24	28,1	613	344,4	5,74	-1,59
63	26,1	24,8	0,602	0,477	-	-	25,1	519	312,6	-	-
66	26,5	25,5	0,643	0,475	-	-	24,5	480	308,4	-	-

Таблица В.16 – Лиственница европейская, семена из Долинского района Ивано-Франковской области Украины (ППП 17)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,2	3,4	0,003	0,822	0,61	0,57	2,6	2869	9,0	0,90	1,76
15	7,8	7,2	0,021	0,637	0,73	0,77	9,1	2216	45,7	3,04	7,33
20	11,4	11,0	0,062	0,565	0,72	0,75	17,7	1853	114,2	5,71	13,71
25	14,8	14,4	0,127	0,529	0,67	0,68	26,4	1619	206,2	8,25	18,39
30	17,8	17,4	0,214	0,508	0,60	0,59	34,5	1454	311,2	10,37	21,00
35	20,5	20,0	0,317	0,494	0,53	0,52	41,6	1331	421,2	12,03	22,00
40	22,8	22,2	0,430	0,485	0,47	0,45	48,0	1235	530,8	13,27	21,94
45	24,9	24,3	0,550	0,479	0,41	0,40	53,5	1158	637,1	14,16	21,24
50	26,7	26,1	0,675	0,474	0,36	0,36	58,4	1094	738,2	14,76	20,22
55	28,2	27,7	0,800	0,470	0,31	0,33	62,8	1041	833,4	15,15	19,05
60	29,6	29,2	0,926	0,467	0,27	0,30	65,2	973	901,7	15,03	13,66
63	30,3	30,1	1,002	0,465	-	-	42,5	599	600,2	-	-
66	31,0	30,9	1,076	0,464	-	-	39,2	524	564,4	-	-

Таблица В.17 – Лиственница европейская, семена из Можайского городского округа Московской области (ППП 18)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,4	3,5	0,003	0,810	0,62	0,54	3,8	3945	13,3	1,33	2,55
15	7,8	7,0	0,019	0,639	0,69	0,71	11,6	2983	58,0	3,87	8,95
20	11,2	10,8	0,058	0,568	0,67	0,75	21,3	2334	135,3	6,76	15,45
25	14,2	14,4	0,123	0,531	0,61	0,73	30,5	1870	230,8	9,23	19,11
30	17,0	17,8	0,216	0,508	0,55	0,69	38,2	1525	328,9	10,96	19,61
35	19,4	21,0	0,331	0,493	0,48	0,63	43,8	1262	418,0	11,94	17,83
40	21,5	23,9	0,466	0,482	0,42	0,58	47,4	1056	491,8	12,30	14,77
45	23,3	26,6	0,614	0,475	0,37	0,53	49,5	892	548,0	12,18	11,24
50	24,9	29,0	0,772	0,469	0,32	0,48	50,2	760	586,8	11,74	7,75
55	26,4	31,2	0,934	0,464	0,28	0,44	49,9	653	609,8	11,09	4,60
60	27,6	33,2	1,098	0,460	0,24	0,40	48,4	560	614,7	10,25	0,99
63	28,2	34,3	1,195	0,458	-	-	40,2	436	520,6	-	-
66	28,8	35,4	1,292	0,457	-	-	39,3	400	516,7	-	-

Таблица В.18 – Лиственница сибирская, семена из Ханты-Мансийского района Тюменской области (ППП 19)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,6	2,9	0,002	0,883	0,53	0,47	2,3	3656	7,4	0,74	1,45
15	6,7	6,2	0,014	0,672	0,63	0,66	8,4	2825	38,2	2,55	6,15
20	9,8	9,6	0,042	0,589	0,62	0,68	16,6	2293	95,8	4,79	11,52
25	12,7	12,8	0,089	0,547	0,57	0,64	24,6	1916	170,4	6,81	14,91
30	15,2	15,7	0,153	0,522	0,51	0,57	31,4	1634	249,5	8,32	15,82
35	17,4	18,2	0,229	0,506	0,45	0,50	36,7	1414	323,8	9,25	14,87
40	19,4	20,4	0,313	0,495	0,39	0,44	40,4	1239	388,0	9,70	12,83
45	21,1	22,3	0,401	0,487	0,34	0,38	42,8	1096	439,6	9,77	10,33
50	22,5	24,0	0,490	0,481	0,29	0,34	44,1	977	478,5	9,57	7,78
55	23,8	25,4	0,577	0,477	0,25	0,29	44,6	876	505,6	9,19	5,41
60	24,9	26,7	0,660	0,473	0,22	0,26	42,9	764	504,6	8,41	-0,19
63	25,4	27,4	0,708	0,472	-	-	28,4	481	340,8	-	-
66	26,0	28,0	0,754	0,470	-	-	25,5	413	311,5	-	-

Таблица В.19 – Лиственница сибирская, семена из Сонского района Хакасской автономной области (ныне Боградский район Республики Хакассии) (ППП 20)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,6	3,1	0,002	0,877	0,52	0,56	2,2	2933	6,9	0,69	1,37
15	6,5	7,4	0,018	0,662	0,60	0,85	10,1	2382	43,9	2,92	7,39
20	9,4	11,3	0,055	0,582	0,57	0,79	20,6	2046	112,5	5,62	13,72
25	11,9	14,5	0,107	0,543	0,51	0,64	29,9	1806	193,9	7,76	16,29
30	14,1	17,0	0,168	0,521	0,44	0,50	36,9	1622	272,0	9,07	15,61
35	16,0	19,0	0,230	0,507	0,38	0,39	41,7	1474	338,6	9,67	13,32
40	17,6	20,5	0,290	0,498	0,32	0,31	44,6	1350	391,4	9,79	10,57
45	19,0	21,7	0,346	0,492	0,27	0,25	46,2	1245	431,2	9,58	7,96
50	20,1	22,8	0,399	0,487	0,22	0,21	47,0	1154	459,9	9,20	5,74
55	21,0	23,7	0,447	0,484	0,19	0,18	47,2	1074	479,7	8,72	3,95
60	21,8	24,4	0,491	0,481	0,15	0,15	46,7	996	488,5	8,14	1,76
63	22,2	24,9	0,515	0,480	-	-	43,8	903	465,6	-	-
66	22,5	25,3	0,539	0,478	-	-	43,4	867	467,3	-	-

Таблица В.20 – Лиственница Сукачёва, семена из Чердынского городского округа Пермского края (ППП 21)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,4	2,9	0,002	0,901	0,50	0,52	2,7	4149	8,3	0,83	1,65
15	6,4	6,9	0,016	0,672	0,60	0,81	11,8	3138	50,6	3,37	8,45
20	9,3	10,8	0,051	0,586	0,60	0,78	23,6	2554	129,1	6,46	15,71
25	12,1	14,2	0,104	0,543	0,56	0,67	34,4	2177	226,7	9,07	19,50
30	14,6	16,9	0,171	0,519	0,50	0,55	43,1	1916	327,8	10,93	20,22
35	16,9	19,2	0,246	0,504	0,45	0,45	49,8	1724	424,0	12,11	19,25
40	18,9	21,1	0,324	0,494	0,40	0,37	54,9	1578	512,0	12,80	17,60
45	20,6	22,6	0,404	0,487	0,35	0,32	58,9	1464	591,1	13,14	15,82
50	22,1	24,0	0,482	0,482	0,30	0,27	62,1	1373	662,1	13,24	14,19
55	23,5	25,2	0,559	0,478	0,26	0,24	64,8	1298	726,1	13,20	12,80
60	24,6	26,3	0,635	0,474	0,23	0,22	66,3	1219	773,5	12,89	9,47
63	25,2	26,9	0,679	0,473	-	-	47,5	835	566,6	-	-
66	25,8	27,5	0,723	0,471	-	-	44,7	752	543,6	-	-

Таблица В.21 – Лиственница японская (Кемпфера), семена из Томаринского городского округа Сахалинской области (ППП 22)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,5	4,1	0,005	0,785	0,64	0,67	4,5	3441	16,0	1,60	3,13
15	8,2	8,3	0,027	0,621	0,73	0,84	14,8	2748	75,3	5,02	11,85
20	11,7	12,2	0,076	0,556	0,70	0,79	27,4	2343	178,6	8,93	20,66
25	14,9	15,6	0,149	0,523	0,64	0,68	39,6	2073	309,5	12,38	26,19
30	17,8	18,5	0,241	0,504	0,58	0,58	50,4	1878	451,9	15,06	28,48
35	20,4	20,9	0,344	0,492	0,51	0,49	59,4	1728	594,6	16,99	28,54
40	22,6	23,0	0,454	0,484	0,45	0,42	67,0	1610	731,2	18,28	27,30
45	24,5	24,8	0,567	0,478	0,39	0,36	73,2	1514	858,2	19,07	25,40
50	26,2	26,4	0,680	0,473	0,34	0,32	78,4	1433	974,4	19,49	23,24
55	27,7	27,8	0,791	0,470	0,30	0,28	82,8	1365	1079,7	19,63	21,06
60	29,0	29,1	0,899	0,467	0,26	0,25	86,0	1297	1166,7	19,44	17,39
63	29,7	29,8	0,963	0,466	-	-	72,5	1043	1004,3	-	-
66	30,3	30,4	1,025	0,465	-	-	69,2	952	976,0	-	-

Таблица В.22 – Лиственница европейская, семена из Раменского городского округа Московской области (ППП 24)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,7	3,7	0,004	0,788	0,68	0,57	4,2	4003	15,6	1,56	2,99
15	8,6	7,4	0,023	0,623	0,79	0,74	12,3	2893	66,2	4,42	10,12
20	12,4	11,2	0,068	0,557	0,75	0,76	22,4	2292	154,8	7,74	17,72
25	15,8	14,8	0,141	0,524	0,68	0,72	32,9	1925	271,8	10,87	23,39
30	18,7	18,0	0,241	0,503	0,59	0,66	43,0	1682	405,5	13,52	26,75
35	21,3	21,0	0,361	0,490	0,51	0,59	52,4	1512	546,6	15,62	28,21
40	23,5	23,6	0,495	0,481	0,44	0,53	60,9	1389	688,0	17,20	28,30
45	25,3	26,0	0,637	0,475	0,37	0,47	68,7	1297	825,5	18,34	27,49
50	26,9	28,1	0,780	0,470	0,31	0,42	75,8	1226	956,2	19,12	26,14
55	28,2	29,9	0,921	0,466	0,26	0,37	82,2	1171	1078,6	19,61	24,48
60	29,2	31,5	1,056	0,463	0,22	0,33	87,4	1120	1183,1	19,72	20,90
63	29,8	32,4	1,134	0,461	-	-	89,9	1090	1235,8	-	-
66	30,3	33,2	1,208	0,460	-	-	92,0	1061	1282,2	-	-

Таблица В.23 – Лиственница Сукачёва, семена из Граховского района Удмуртской Республики (ППП 26)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,3	3,7	0,004	0,806	0,61	0,60	5,0	4521	17,3	1,73	3,34
15	7,7	7,3	0,020	0,639	0,68	0,71	14,2	3429	70,2	4,68	10,59
20	10,9	10,5	0,054	0,572	0,64	0,65	24,0	2762	149,7	7,48	15,90
25	13,8	13,3	0,103	0,538	0,57	0,56	32,2	2316	238,5	9,54	17,77
30	16,2	15,7	0,163	0,518	0,49	0,48	38,7	1996	325,1	10,84	17,32
35	18,3	17,8	0,230	0,505	0,42	0,41	43,6	1757	403,7	11,54	15,73
40	20,1	19,6	0,301	0,496	0,36	0,36	47,3	1571	472,4	11,81	13,74
45	21,7	21,2	0,373	0,489	0,31	0,32	50,1	1423	531,1	11,80	11,74
50	23,0	22,6	0,446	0,484	0,26	0,29	52,2	1302	580,7	11,61	9,91
55	24,0	23,9	0,518	0,480	0,22	0,26	53,9	1201	622,2	11,31	8,30
60	24,9	25,1	0,588	0,477	0,18	0,24	54,5	1102	648,4	10,81	5,24
63	25,4	25,8	0,630	0,475	-	-	54,0	1035	651,6	-	-
66	25,8	26,4	0,670	0,473	-	-	55,2	1007	675,0	-	-

Таблица В.24 – Лиственница сибирская, семена из Тогучинского района Новосибирской области (ППП 27)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,6	2,7	0,002	0,885	0,53	0,44	2,3	4057	7,6	0,76	1,47
15	6,8	5,8	0,012	0,676	0,62	0,62	8,2	3097	37,5	2,50	6,00
20	9,8	9,1	0,038	0,593	0,61	0,66	16,2	2473	94,2	4,71	11,33
25	12,6	12,4	0,083	0,549	0,56	0,65	24,4	2032	168,9	6,75	14,93
30	15,1	15,4	0,146	0,523	0,50	0,60	31,6	1705	249,7	8,32	16,17
35	17,3	18,1	0,225	0,507	0,43	0,55	37,4	1453	327,0	9,34	15,46
40	19,1	20,6	0,315	0,495	0,38	0,49	41,7	1255	394,6	9,87	13,53
45	20,8	22,8	0,411	0,486	0,32	0,44	44,5	1095	449,7	9,99	11,00
50	22,2	24,7	0,510	0,480	0,28	0,39	46,2	963	491,3	9,83	8,33
55	23,4	26,4	0,609	0,475	0,24	0,35	46,9	854	520,2	9,46	5,78
60	24,4	28,0	0,705	0,471	0,20	0,31	46,3	753	531,1	8,85	2,18
63	24,9	28,8	0,761	0,469	-	-	45,7	701	533,4	-	-
66	25,4	29,6	0,815	0,467	-	-	46,2	671	547,2	-	-

Таблица В.25 – Лиственница даурская (Гмелина), семена из Ленского района Республики Саха (ППП 28)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	1,7	0,7	0,000	1,434	0,24	0,13	0,1	2389	0,2	0,02	0,04
15	3,2	2,4	0,001	0,940	0,31	0,35	0,9	1881	2,6	0,18	0,49
20	4,9	4,9	0,007	0,753	0,34	0,49	2,8	1496	10,3	0,51	1,53
25	6,6	7,5	0,020	0,658	0,35	0,53	5,3	1191	23,3	0,93	2,60
30	8,4	10,2	0,041	0,602	0,36	0,53	7,7	948	39,1	1,30	3,17
35	10,2	12,6	0,073	0,566	0,36	0,49	9,5	756	54,8	1,57	3,15
40	11,9	14,9	0,113	0,541	0,35	0,46	10,6	604	68,4	1,71	2,71
45	13,7	17,0	0,163	0,523	0,34	0,42	11,0	484	78,7	1,75	2,07
50	15,3	18,9	0,220	0,510	0,33	0,38	11,0	389	85,7	1,71	1,39
55	17,0	20,7	0,285	0,499	0,32	0,35	10,6	314	89,5	1,63	0,76
60	18,5	22,3	0,356	0,491	0,32	0,33	9,8	249	88,8	1,48	-0,13
63	19,5	23,2	0,402	0,487	-	-	9,1	214	85,8	-	-
66	20,4	24,1	0,450	0,483	-	-	8,7	190	85,7	-	-

Таблица В.26 – Лиственница Сукачёва, семена из Кировского (ныне Кирово-Чепецкого) района Кировской области (ППП 29)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,5	3,6	0,004	0,798	0,64	0,55	4,0	3941	14,3	1,43	2,74
15	8,1	6,9	0,019	0,636	0,72	0,66	11,4	3072	58,9	3,93	8,92
20	11,5	10,1	0,053	0,570	0,68	0,65	20,4	2537	133,6	6,68	14,93
25	14,5	13,1	0,105	0,536	0,61	0,59	29,1	2170	226,9	9,07	18,66
30	17,2	15,7	0,172	0,515	0,53	0,53	36,8	1901	327,0	10,90	20,02
35	19,5	18,0	0,251	0,502	0,46	0,47	43,4	1695	425,1	12,14	19,62
40	21,5	20,1	0,337	0,493	0,40	0,41	48,6	1531	515,7	12,89	18,12
45	23,2	21,9	0,427	0,486	0,34	0,36	52,8	1397	595,9	13,24	16,05
50	24,7	23,5	0,517	0,481	0,29	0,32	56,0	1286	664,6	13,29	13,74
55	25,9	25,0	0,606	0,477	0,25	0,29	58,4	1192	721,8	13,12	11,43
60	27,0	26,2	0,691	0,473	0,21	0,25	59,6	1102	761,8	12,70	8,01
63	27,5	26,9	0,741	0,472	-	-	57,1	1002	742,4	-	-
66	28,0	27,6	0,788	0,470	-	-	57,7	966	761,5	-	-

Таблица В.27 – Лиственница сибирская, семена из Туруханского района Красноярского края (ППП 30)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	2,3	1,5	0,000	1,130	0,35	0,28	0,7	3852	1,8	0,18	0,36
15	4,6	4,2	0,005	0,782	0,45	0,54	4,2	2983	14,8	0,99	2,60
20	7,0	7,2	0,019	0,653	0,49	0,60	9,7	2364	44,3	2,22	5,91
25	9,4	10,1	0,044	0,590	0,49	0,57	15,2	1901	84,3	3,37	7,99
30	11,8	12,6	0,081	0,553	0,47	0,51	19,3	1547	125,8	4,19	8,30
35	14,0	14,8	0,128	0,530	0,44	0,44	21,9	1272	162,7	4,65	7,37
40	16,1	16,7	0,182	0,515	0,41	0,39	23,2	1055	192,0	4,80	5,88
45	18,0	18,5	0,242	0,504	0,38	0,34	23,6	882	213,4	4,74	4,28
50	19,7	20,0	0,306	0,495	0,35	0,30	23,3	742	227,5	4,55	2,81
55	21,4	21,4	0,374	0,489	0,33	0,28	22,5	629	235,4	4,28	1,58
60	22,9	22,6	0,445	0,484	0,30	0,25	21,2	526	234,3	3,90	-0,23
63	23,7	23,4	0,489	0,482	-	-	20,7	482	235,8	-	-
66	24,5	24,1	0,533	0,480	-	-	20,4	449	239,5	-	-

Таблица В.28 – Лиственница Сукачёва, семена из Новодугинского района Смоленской области (ППП 31)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,5	3,5	0,003	0,805	0,63	0,54	3,4	3609	12,3	1,23	2,36
15	8,0	6,8	0,019	0,639	0,71	0,67	10,4	2838	52,9	3,53	8,13
20	11,4	10,2	0,053	0,570	0,68	0,68	19,2	2340	124,6	6,23	14,33
25	14,5	13,5	0,110	0,534	0,62	0,65	28,2	1982	218,2	8,73	18,72
30	17,2	16,5	0,188	0,512	0,55	0,60	36,5	1711	322,4	10,75	20,83
35	19,7	19,3	0,286	0,498	0,49	0,56	43,7	1497	427,6	12,22	21,06
40	21,8	21,8	0,399	0,487	0,43	0,51	49,6	1324	527,5	13,19	19,97
45	23,7	24,2	0,523	0,480	0,37	0,48	54,4	1181	618,0	13,73	18,09
50	25,3	26,4	0,657	0,474	0,33	0,44	58,1	1060	697,0	13,94	15,81
55	26,7	28,5	0,797	0,469	0,28	0,41	61,0	958	764,0	13,89	13,40
60	28,0	30,4	0,941	0,465	0,25	0,38	63,0	871	819,3	13,66	11,05
63	28,6	31,4	1,028	0,463	-	-	63,2	814	836,6	-	-
66	29,2	32,5	1,116	0,461	-	-	65,3	789	880,3	-	-

Таблица В.29 – Лиственница Сукачёва, семена из Миасского городского округа Челябинской области (ППП 32)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,1	3,4	0,003	0,827	0,58	0,58	4,1	4378	13,8	1,38	2,70
15	7,3	7,1	0,019	0,649	0,64	0,73	12,5	3167	59,2	3,95	9,08
20	10,3	10,5	0,051	0,578	0,59	0,68	21,4	2484	127,1	6,36	13,58
25	12,9	13,4	0,098	0,542	0,53	0,58	28,9	2055	202,0	8,08	14,98
30	15,2	15,8	0,156	0,521	0,46	0,49	34,7	1764	274,6	9,15	14,52
35	17,1	17,9	0,219	0,508	0,39	0,42	39,3	1557	341,0	9,74	13,27
40	18,8	19,7	0,285	0,498	0,33	0,36	42,8	1402	400,1	10,00	11,83
45	20,1	21,3	0,353	0,491	0,28	0,32	45,8	1283	452,5	10,06	10,48
50	21,3	22,7	0,420	0,486	0,23	0,28	48,2	1189	499,1	9,98	9,31
55	22,3	24,0	0,486	0,481	0,19	0,26	50,4	1114	540,8	9,83	8,34
60	23,1	25,2	0,550	0,478	0,16	0,24	52,2	1048	576,1	9,60	7,05
63	23,5	25,9	0,588	0,476	-	-	46,8	890	523,3	-	-
66	23,9	26,5	0,625	0,474	-	-	47,0	853	532,8	-	-

Таблица В.30 – Лиственница сибирская, семена из Ирбейского района Красноярского края (ППП 33)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	5,8	4,1	0,006	0,732	0,80	0,62	6,0	4633	25,6	2,56	4,89
15	9,9	7,4	0,026	0,607	0,81	0,67	14,8	3428	88,6	5,91	12,60
20	13,4	10,4	0,063	0,556	0,71	0,59	23,0	2721	171,5	8,57	16,57
25	16,4	12,9	0,113	0,530	0,60	0,50	29,4	2265	255,8	10,23	16,86
30	18,9	14,9	0,170	0,515	0,49	0,42	34,2	1949	332,1	11,07	15,27
35	20,9	16,7	0,231	0,504	0,40	0,35	37,7	1718	397,3	11,35	13,05
40	22,5	18,2	0,292	0,497	0,33	0,30	40,3	1543	451,3	11,28	10,79
45	23,8	19,6	0,352	0,492	0,26	0,26	42,3	1407	495,1	11,00	8,76
50	24,9	20,7	0,409	0,488	0,21	0,23	43,7	1298	530,3	10,61	7,03
55	25,7	21,7	0,462	0,485	0,16	0,21	44,9	1208	558,3	10,15	5,61
60	26,3	22,7	0,512	0,482	0,13	0,19	45,6	1129	578,0	9,63	3,94
63	26,6	23,2	0,540	0,481	-	-	45,6	1080	583,1	-	-
66	26,8	23,7	0,567	0,479	-	-	46,9	1066	604,0	-	-

Таблица В.31 – Лиственница сибирская, семена из Ермаковского района Красноярского края (ППП 34)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,4	3,1	0,003	0,822	0,63	0,51	2,6	3390	9,2	0,92	1,78
15	8,0	6,3	0,016	0,645	0,72	0,65	8,2	2602	42,0	2,80	6,57
20	11,4	9,5	0,046	0,576	0,68	0,63	15,1	2140	98,8	4,94	11,35
25	14,4	12,3	0,093	0,540	0,61	0,57	21,9	1833	170,0	6,80	14,24
30	17,0	14,8	0,153	0,519	0,53	0,50	27,9	1612	246,4	8,21	15,28
35	19,3	17,1	0,223	0,506	0,45	0,44	33,0	1444	321,6	9,19	15,05
40	21,2	19,0	0,299	0,496	0,38	0,39	37,3	1313	392,0	9,80	14,07
45	22,7	20,8	0,378	0,489	0,32	0,35	40,9	1206	455,7	10,13	12,74
50	24,1	22,4	0,458	0,484	0,26	0,32	44,0	1118	512,2	10,24	11,29
55	25,2	23,8	0,538	0,480	0,22	0,29	46,5	1044	561,5	10,21	9,87
60	26,1	25,1	0,616	0,476	0,18	0,26	48,4	975	601,0	10,02	7,90
63	26,5	25,9	0,662	0,474	-	-	40,4	767	507,9	-	-
66	26,9	26,6	0,708	0,473	-	-	39,8	717	507,0	-	-

Таблица В.32 – Лиственница даурская (Гмелина), семена из Баунтовского эвенкийского района Республики Бурятии (ППП 35)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	2,8	1,8	0,001	1,017	0,41	0,31	0,6	2366	1,8	0,18	0,35
15	5,3	4,3	0,006	0,745	0,50	0,50	2,3	1583	9,2	0,61	1,48
20	7,9	7,1	0,020	0,638	0,51	0,56	4,5	1132	22,6	1,13	2,70
25	10,3	10,0	0,047	0,582	0,48	0,57	6,6	843	39,5	1,58	3,37
30	12,5	12,8	0,088	0,548	0,44	0,56	8,3	645	56,8	1,89	3,47
35	14,5	15,5	0,144	0,525	0,40	0,54	9,5	505	72,6	2,08	3,16
40	16,3	18,1	0,214	0,509	0,36	0,52	10,4	402	86,0	2,15	2,66
45	17,9	20,6	0,298	0,497	0,32	0,50	10,8	324	96,4	2,14	2,10
50	19,4	23,0	0,394	0,488	0,29	0,48	11,0	265	104,2	2,08	1,55
55	20,7	25,3	0,501	0,480	0,26	0,47	11,0	218	109,4	1,99	1,05
60	21,8	27,6	0,619	0,474	0,23	0,45	10,9	181	112,3	1,87	0,57
63	22,5	28,9	0,695	0,471	-	-	10,5	160	110,8	-	-
66	23,0	30,2	0,774	0,468	-	-	10,4	145	112,3	-	-

Таблица В.33 – Лиственница сибирская, семена из Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкий административный округ Москвы) (ППП 36)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,7	2,8	0,002	0,876	0,55	0,49	2,3	3870	7,7	0,77	1,51
15	7,0	6,4	0,015	0,662	0,66	0,73	9,7	2974	44,8	2,99	7,43
20	10,2	10,1	0,047	0,582	0,64	0,73	19,2	2414	114,2	5,71	13,88
25	13,1	13,3	0,099	0,542	0,58	0,65	28,3	2028	200,9	8,04	17,34
30	15,6	16,2	0,166	0,518	0,51	0,57	35,8	1743	290,0	9,67	17,83
35	17,8	18,6	0,244	0,503	0,43	0,49	41,6	1525	372,7	10,65	16,52
40	19,6	20,8	0,329	0,493	0,37	0,43	45,9	1351	444,7	11,12	14,41
45	21,2	22,7	0,417	0,486	0,31	0,38	49,1	1211	505,1	11,23	12,09
50	22,5	24,4	0,507	0,480	0,26	0,35	51,4	1094	554,6	11,09	9,89
55	23,6	26,0	0,597	0,476	0,22	0,32	53,0	996	594,3	10,80	7,94
60	24,5	27,5	0,686	0,472	0,18	0,29	54,2	912	625,3	10,42	6,20
63	24,9	28,3	0,739	0,470	-	-	35,5	563	416,0	-	-
66	25,3	29,2	0,792	0,468	-	-	33,3	499	394,9	-	-

Таблица В.34 – Лиственница европейская, семена из Красно-Пахорского района Московской области (ныне Троицкий административный округ Москвы) (ППП 37)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	5,7	4,3	0,006	0,733	0,78	0,62	5,9	4125	24,4	2,44	4,61
15	9,8	7,9	0,029	0,603	0,83	0,72	15,8	3247	93,3	6,22	13,78
20	13,6	11,4	0,076	0,549	0,76	0,71	27,2	2658	203,0	10,15	21,94
25	16,9	14,7	0,150	0,520	0,66	0,66	38,0	2230	334,3	13,37	26,25
30	19,8	17,8	0,246	0,502	0,57	0,61	47,2	1904	468,6	15,62	26,87
35	22,2	20,5	0,360	0,491	0,48	0,55	54,5	1647	593,3	16,95	24,94
40	24,2	23,0	0,487	0,482	0,41	0,50	60,0	1440	701,3	17,53	21,59
45	25,9	25,3	0,621	0,476	0,34	0,46	63,9	1271	789,5	17,54	17,65
50	27,4	27,4	0,759	0,471	0,29	0,41	66,5	1130	857,7	17,15	13,65
55	28,6	29,3	0,898	0,467	0,24	0,38	68,0	1010	907,2	16,50	9,90
60	29,6	31,0	1,034	0,464	0,20	0,34	67,4	894	925,1	15,42	3,57
63	30,1	31,9	1,115	0,462	-	-	63,8	796	887,3	-	-
66	30,6	32,9	1,193	0,461	-	-	64,5	761	907,5	-	-

Таблица В.35 – Лиственница Сукачёва, семена из Висимского района (ныне Горноуральского городского округа) Свердловской области (ППП 38)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	4,6	3,6	0,004	0,797	0,65	0,58	3,6	3616	13,0	1,30	2,54
15	8,1	7,2	0,021	0,632	0,72	0,72	11,5	2853	59,2	3,95	9,23
20	11,5	10,6	0,057	0,567	0,67	0,68	20,6	2346	134,1	6,70	14,97
25	14,4	13,5	0,111	0,534	0,59	0,60	28,5	1975	219,4	8,78	17,06
30	17,0	16,1	0,178	0,514	0,51	0,51	34,4	1691	300,2	10,01	16,15
35	19,1	18,3	0,251	0,502	0,43	0,44	38,4	1465	368,3	10,52	13,62
40	20,9	20,1	0,328	0,493	0,36	0,37	40,8	1282	420,9	10,52	10,52
45	22,4	21,7	0,405	0,487	0,30	0,32	42,0	1131	458,3	10,18	7,48
50	23,7	23,1	0,480	0,482	0,25	0,28	42,3	1004	482,2	9,64	4,78
55	24,7	24,4	0,552	0,479	0,21	0,25	41,9	897	494,9	9,00	2,53
60	25,5	25,5	0,619	0,476	0,17	0,22	41,0	805	498,3	8,31	0,69
63	26,0	26,1	0,658	0,474	-	-	38,8	726	477,7	-	-
66	26,3	26,6	0,694	0,473	-	-	38,4	688	477,8	-	-

Таблица В.36 – Лиственница Сукачёва, семена из Сокольского района Ивановской (ныне Нижегородской) области (ППП 39)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	5,1	4,0	0,005	0,762	0,73	0,68	4,7	3678	18,2	1,82	3,56
15	9,1	8,3	0,030	0,608	0,81	0,85	14,8	2740	81,8	5,45	12,72
20	12,8	12,1	0,082	0,549	0,75	0,77	25,8	2228	181,8	9,09	20,00
25	16,0	15,4	0,155	0,520	0,65	0,65	35,6	1912	296,8	11,87	22,99
30	18,8	18,1	0,242	0,503	0,54	0,54	43,7	1701	412,1	13,74	23,06
35	21,0	20,3	0,336	0,493	0,45	0,45	50,4	1552	520,8	14,88	21,73
40	22,8	22,2	0,430	0,485	0,37	0,38	56,0	1442	620,4	15,51	19,92
45	24,3	23,9	0,523	0,480	0,30	0,33	60,9	1359	710,8	15,80	18,09
50	25,5	25,3	0,612	0,476	0,24	0,29	65,4	1295	793,0	15,86	16,44
55	26,4	26,7	0,697	0,473	0,19	0,26	69,5	1246	868,2	15,79	15,04
60	27,1	27,8	0,777	0,470	0,14	0,24	73,1	1201	933,3	15,56	13,02
63	27,5	28,5	0,823	0,469	-	-	67,9	1064	875,4	-	-
66	27,8	29,2	0,867	0,467	-	-	69,3	1038	900,0	-	-

Таблица В.37 – Лиственница Сукачёва, семена из Пудожского района Республики Карелии (ППП 40)

Возраст, лет	Средние показатели				Текущий прирост		Сумма площадей сечений, м²/га	Число деревьев, шт./га	Запас, м³/га	Среднее изменение запаса, м³/га	Текущее изменение запаса, м³/га
	Высота, м	Диаметр, см	Объём ствола, м³	Видовое число	Средней высоты, м	Среднего диаметра, см					
10	3,4	2,7	0,002	0,909	0,51	0,49	2,2	3854	6,7	0,67	1,34
15	6,5	6,8	0,016	0,670	0,62	0,82	10,3	2823	44,6	2,97	7,58
20	9,5	10,9	0,052	0,583	0,61	0,82	21,1	2258	117,5	5,87	14,57
25	12,3	14,4	0,109	0,541	0,56	0,70	31,2	1910	208,0	8,32	18,11
30	14,8	17,3	0,179	0,517	0,49	0,57	39,3	1676	300,6	10,02	18,50
35	16,9	19,6	0,256	0,503	0,43	0,46	45,4	1511	386,5	11,04	17,19
40	18,7	21,4	0,333	0,493	0,36	0,37	50,1	1389	462,9	11,57	15,27
45	20,3	23,0	0,408	0,486	0,31	0,31	53,7	1297	529,5	11,77	13,31
50	21,5	24,2	0,479	0,482	0,26	0,26	56,6	1226	587,3	11,75	11,57
55	22,6	25,3	0,545	0,478	0,21	0,22	59,0	1170	637,9	11,60	10,11
60	23,5	26,3	0,607	0,475	0,18	0,19	61,2	1125	683,0	11,38	9,03
63	23,9	26,8	0,642	0,474	-	-	58,6	1036	665,0	-	-
66	24,3	27,3	0,675	0,472	-	-	59,6	1015	684,7	-	-

Научное издание

Корешков Николай Владимирович
Царева Елена Алексеевна

Географические культуры лиственницы

Монография

Издательство «Наукоемкие технологии»
ООО «Корпорация «Интел Групп»
http://publishing.intelgr.com
E-mail: publishing@intelgr.com
Тел.: +7 (812) 945-50-63

Подписано в печать 28.12.2021.
Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Объем 26 печ.л. Тираж 500 экз.

ISBN 978-5-6047314-8-2